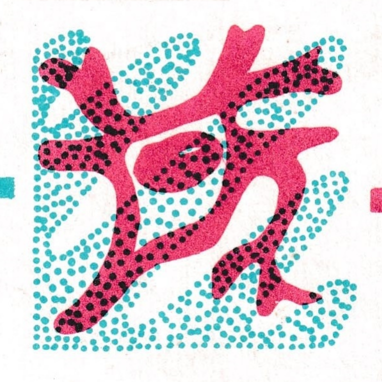
INTERNATIONAL SYMPOSIUM

MILLIMETER WAVES OF NON-THERMAL INTENSITY IN MEDICINE

Oct. 3 – 6 1991, Moscow

Digest of Papers

Part 2



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ

МИЛЛИМЕТРОВЫЕ ВОЛНЫ НЕТЕПЛОВОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ В МЕДИЦИНЕ

3–6 октября 1991, Москва

Сборник докладов

Часть 2

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМЕ
"ФИЗИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА"

ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ

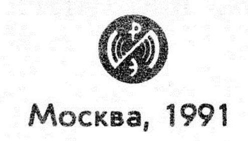
ВРЕМЕННЫЙ НАУЧНЫЙ КОЛЛЕКТИВ "КВЧ"

ВСЕСОЮЗНОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
РАДИОТЕХНИКИ, ЭЛЕКТРОНИКИ И СВЯЗИ
имени А.С.ПОПОВА

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ

МИЛЛИМЕТРОВЫЕ ВОЛНЫ НЕТЕПЛОВОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ В МЕДИЦИНЕ

Сборник докладов



Москва, 1991

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ СИМПОЗИУМА

академик **Н.Д.Девятков** (председатель)
академик **Ю.В.Гуляев** (сопредседатель)
профессор **О.В.Бецкий** (зам. председателя)
профессор **А.Н.Веткин** (зам. председателя)
профессор **В.Е.Любченко** (зам. председателя)
к. б. н. **Н.Н.Лебедева** (ученый секретарь)

ЧЛЕНЫ ОРГКОМИТЕТА

н.с. **Н.Н.Алыбина,** н.с. **Т.Я.Жванецкая**, н.с. **В.Н.Кислова**
н.с. Т.И.Каменева, **А.В.Козлов,** ст.н.с. **Г.С.Ланцберг,**
В.П.Носов, **В.И.Шершнев,** вед.н.с. **В.В.Файкин,**
ст.н.с. **Ю.Г.Яременко**

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ СИМПОЗИУМА

к.м.н. **А.П.Алисов,** профессор **В.Н.Волченко,**
профессор **Л.Г.Гассанов,** профессор **М.Б.Голант,**
к.т.н. **И.В.Зверяховский,** профессор **Л.П.Игнашева,**
д.м.н. **Ю.Ф.Каменев,** к.ф.-м.н. **В.В.Кислов,**
к.т.н. **А.Н.Королев,** профессор **А.Н.Кузнецов,**
профессор **С.Д.Плетнев,** к.м.н. **М.В.Пославский,**
д.м.н. **И.В.Родштат,** к.х.н. **Ю.И.Хургин,**
профессор **Д.С.Чернавский,** профессор **З.С.Чернов**

СИМПОЗИУМ ПРОВОДИТСЯ ПРИ СОДЕЙСТВИИ
ПРЕДПРИЯТИЙ МИНИСТЕРСТВА ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР
- НПО “ИСТОК“, НПО “САТУРН“, НИИ “ОРИОН“

ORGANIZING COMMITTEE

Academician	**N.D.Devyatkov** (Chairman)
Academician	**Yu.V.Gulyaev** (Co-Chairman)
Professor	**O.V.Betsky** (Vice-Chairman)
Professor	**A.N.Vetkin** (Vice-Chairman)
Professor	**V.E.Lyubchenko** (Vice-Chairman)
Dr. of biol. sc.	**N.N.Lebedeva** (Scientific Secretary)

MEMBERS

N.N.Alybina, T.Ya.Zhvanetskaya, V.N.Kislova, T.I.Kameneva, A.V.Kozlov, H.S.Lantsberg, V.P.Nosov, V.I.Shershnev, V.V.Faykin, Yu.G.Yaremenko.

PROGRAMME COMMITTEE

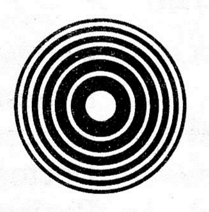
Doctor	**A.P.Alisov,**	Professor	**V.N.Volchenko,**
Professor	**L.G.Gassanov,**	Professor	**M.B.Golant,**
Doctor	**I.V.Zvershkhovsky,**	Professor	**L.P.Ignasheva,**
Professor	**Yu.F.Kamenev,**	Doctor	**V.V.Kislov,**
Doctor	**A.N.Korolev,**	Professor	**A.N.Kuznetsov,**
Professor	**S.D.Pletnev,**	Doctor	**M.V.Poslavsky,**
Professor	**I.V.Rodshtat,**	Doctor	**Yu.I.Khurgin,**
Professor	**D.S.Chernavsky,**	Professor	**Z.S.Chernov.**

SPONSORED BY:

RESEARCH AND DEVELOPMENT ASSOCIATIOS "ISTOK", "SATURN", RESEARCH INSTITUTE USSR MINISTRY OF ELECTRONIC INDUSTRY "ORION"

Часть 2

МИЛЛИМЕТРОВЫЕ ВОЛНЫ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЕ



Part 2

MILLIMETER WAVES IN EXPERIMENTAL MEDICINE

РЕАКЦИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ НА ПЕРИФЕРИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО КВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ

Н.Н.Лебедева

Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии АН СССР, II7487, Москва, ул.Бутлерова, 5[а]

Реферат. Исследование реакции ЦНС человека на периферическое воздействие КВЧ-излучения, создаваемого терапевтическим аппаратом "Явь-I" (длина волны 7,I мм), выявило перестройки пространственно-временной организации биопотенциалов коры головного мозга здорового человека, свидетельствующие о развитии неспецифической реакции активации в коре; изучение сенсорной индикации КВЧ-поля с этими параметрами показало, что оно достоверно распознается на уровне ощущения 80 % испытуемых.

Введение. В ходе исследований реакций живых объектов различного уровня организации на мм-волны были выявлены особенности воздействия, носящие нетепловой (информационный) характер [I-3]. Расстояние от места, на которое падает излучение, до места возникновения биореакции может в сотни и тысячи раз превышать расстояние, на котором энергия излучения снижается на порядок. Это свидетельствует об участии нервной системы в восприятии мм-излучения живыми организмами.

Распространено мнение, что биологическое действие ЭМП реализуется у человека на субсенсорном уровне. Однако последние годы наблюдается интерес к сенсорной индикации в виде радиозвука, магнитофосфена или кожных ощущений [4-9].

Изменения электроэнцефалограммы (ЭЭГ) при действии ЭМП наблюдали чаще в виде увеличения числа медленных волн и веретенообразных колебаний у рептилий, голубей, крыс, кроликов, обезьян и человека [I0-I2].

В доступной литературе нам не встретились специальные работы, посвященные действию мм-волн на нервную систему человека, в связи с чем было предпринято настоящее исследование. Для оценки состояния нервной системы при воздействии использовались электрофизиологические и психофизические методы.

<u>Методика исследования</u>. В экспериментах принимали участие 20 практически здоровых испытуемых в возрасте от 17 до 40 лет. В качестве источника ЭМП использовали аппарат "Явь-1" с длиной волны 7,1 мм. Воздействие осуществлялось на область точки ХЭ-ГУ на правой или левой руке с помощью гибкого волновода с падающей мощностью на конце 5 мВт/см^2.

Было проведено две серии опытов. В I серии (10 испытуемых, по 10 опытов с каждым, по 20 предъявлений поля в каждом опыте) проводилось изучение сенсорной индикации этого поля. Время предъявления ЭМП-сигнала или пустой пробы - 1 мин. Для оценки чувствительности к ЭМП использовали показатели прочности реакции-ПрР (отношение числа правильно распознанных проб к общему числу ЭМП-сигналов) и уровня ложных тревог - УрЛТ (отношение числа утвердительных ответов к общему числу пустых проб). Достоверность различий ПрР и УрЛТ во время каждой серии опытов оценивали по критерию Манна-Уитни. При анализе Тлат. строили суммарные гистограммы истинных реакций и ложных тревог.

Во 2 серии (10 испытуемых, по 11 опытов с каждым, в том числе, опыты с плацебо) экспозиция поля составляла 60 минут.

Регистрация ЭЭГ осуществлялась до и после воздействия на электроэнцефалографе EEG -16S (Венгрия) по четырем парным отведениям, расположенным по системе 10-20 % (в лобных F-F, центральных - С-С, теменных - Р-Р и затылочных - О-О). В качестве индифферентного электрода использовали объединенный ушной электрод.

Одновременно с записью ЭЭГ на бумаге проводился параллельный ввод в ЭВМ PC-*Amstrad* для обработки в режиме "*on-line*" методом спектрально-когерентного анализа с помощью быстрого преобразования Фурье с построением спектров мощности и вычислением средних уровней когерентности. Для исследования выделялись частоты от 2 до 30 Гц в основных физиологических диапазонах.

<u>Результаты и обсуждение</u>. В первой серии опытов испытуемые по показателям ПрР и УрЛТ разделялись на две неравные группы:

- I группа (8 человек) характеризуется хорошим распознава-

нием ЭМП: различия ПрР и УрЛТ в динамике всей серии были достоверны по критерию Манна-Уитни, средние значения ПрР и УрЛТ составили соответственно 64,3 % + I0,5 % и 20,6 % + II,2 %, П группа (2 человека) достоверно не отличала ЭМП от пустой пробы, средние значения ПрР и УрЛТ составили соответственно 59,0 % + I4,25 % и 43,53 + I6,5 %.

Из восьми человек, хорошо распознающих поле, двое достоверно различали его от пустых проб обеими руками, один - только левой, остальные - только правой. Анализ распределения Тлат. истинных реакций и ложных тревог показал, что распределения в обоих случаях мономодальны. Среднее значение латентного периода для восьми испытуемых составило 46,I + 5,8 с.

По модальности ощущений преобладали реакции типа давления (46,7 %), покалывания (36,3 %), зуда (8,9 %) тепло-холод (5,3 %), прочие ощущения - 2,8 %. Все ощущения локализовались либо в области ладони, либо в пальцах, при этом у каждого испытуемого был свой набор ощущений.

Анализ полученных экспериментальных данных позволяет утверждать, что человек способен воспринимать на уровне ощущения ЭМП мм-диапазона подобно инфранизкочастотным магнитным полям [4-6], что согласуется с результатами, полученными в работе [9].

Взаимодействие любого физического фактора со сложно организованными биообъектами начинается на их поверхности и первым приемником является кожа. В отличие от других анализаторов, кожа не имеет рецепторов, характеризующихся абсолютной специфичностью. Подтверждением этому являются опыты А.Н.Леонтьева с сотрудниками [I3], которые проводили работы, аналогичные нашей, но в качестве раздражителя использовали ЭМ-сигналы другого частотного диапазона - лучи видимого спектра нетепловой интенсивности и установили, что испытуемые способны достоверно различать действие лучистой энергии от пустых проб. При этом модальность возникающих ощущений была такой же, как и в наших опытах. Таким образом, наши результаты, а также данные других авторов позволяют говорить о важной роли рецепторного аппарата кожного анализатора в восприятии ЭМП.

Исследование модальности ощущений, возникающих при восприятии КВЧ-поля, позволяет предположить,что приемниками ЭМ-стимула могут быть либо механорецепторы (ощущения прикосновения, давления) либо болевые рецепторы - ноцицепторы (ощущения покалывания, жжения). Из механорецепторов участвовать в этом процессе могут только окончания Руффини, диски Меркеля и тактильные диски - по глубине залегания в эпидермисе, по скорости адаптации и наличию спонтанной активности. Предположение о том, что ноцицепторы могут осуществлять рецепцию ЭМ-сигнала основывается на следующем: полиспецифичность по отношению к стимулам; модальность ощущений - покалывание, жжение, которые специалистами трактуются как "предболь"; опыты, показавшие полное исчезновение ЭМ-чувствительности у людей при обработке кожи в месте воздействия хлорэтилом, выключающим болевые рецепторы; факты из лечебной практики - при воздействии КВЧ-волн на соответствующий дерматом в больном органе возникает сенсорный отклик, что может быть следствием конвергенции ноцицептивных афферентов от дерматомов и внутренних органов на одних и тех же нейронах болевых путей, при этом возникает гиперчувствительность кожи из-за того, что висцеральные импульсы повышают возбудимость вставочных нейронов и возникает фасилитация.

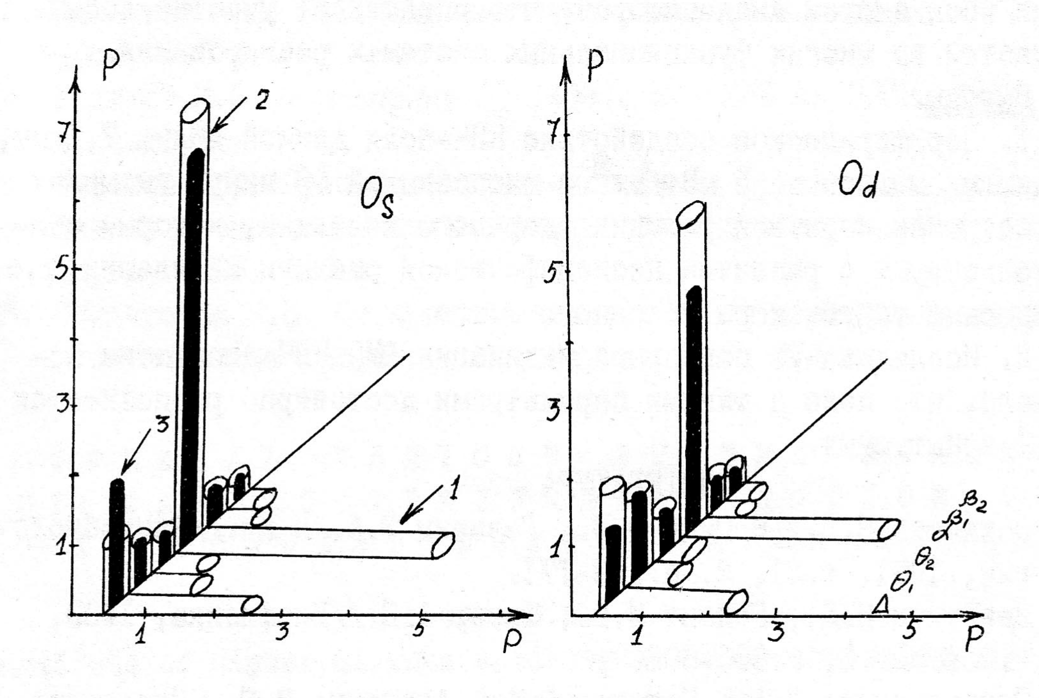
При реакциях на ЭМП (и инфранизкочастотного, и мм-диапазона) непривычно велики латентные периоды. Время реакции зрительной, слуховой сенсорных систем составляет десятки-сотни мс, при восприятии ЭМП это время - десятки секунд. Это хорошо согласуется с теоретическими расчетами И.В.Родштата [14], который предположил, что элементарный временной цикл сенсорной рецепции микроволн, включая индикацию сенсорного ощущения, укладывается в 40-60 с, что объясняется сложным строением рефлекторной дуги, имеющей как нервное, так и гуморальное звенья.

Анализ межцентральных отношений ЭЭГ является одним из подходов к исследованию механизмов регуляции функциональных состояний мозга человека.

Как известно из литературы [15], показатель уровня когерентности (КОГср) является наиболее значимым ЭЭГ-корреля-

том, характеризующим особенность функционирования мозга человека.

Основные перестройки корковой ритмики как по межцентральным, так и по внутриполушарным связям в опытах с плацебо можно охарактеризовать следующим образом: либо это снижение КОГср., особенно в области дельта-, тета-диапазонов, либо сохранение фонового уровня. Анализ спектров мощности показывает, что происходит снижение мощности ритмов биопотенциалов мозга, особенно выраженное в альфа-диапазоне (см.рис.).



Таким образом, в результате опытов с плацебо возникает состояние своеобразной "реакции ожидания" с особой пространственно-временной организацией биопотенциалов коры головного мозга.

Иная картина наблюдается в ЭЭГ после экспозиции ЭМП. В спектральном составе отмечается значительное повышение мощности в альфа-диапазоне, особенно в затылочных и теменных областях обоих полушарий, в других диапазонах спектры мощности остаются близкими к фоновым (стрелки 2,3). В отличие от опытов с плацебо в результате воздействия поля КВЧ практически у всех испытуемых происходит повышение среднего уровня

КОГ, главным образом, в передне-центральных областях коры, наиболее выраженное в медленноволновом диапазоне (дельта- и тета-ритмы). Подобный паттерн электрических процессов в коре характерен для состояний повышенного мозгового тонуса, т.е. возникает при развитии неспецифической реакции активации [16]. Такая реакция представляется закономерной, т.к. известно, что передние корковые области чувствительны к различным внешним факторам. Эти зоны имеют обширные двусторонние связи с другими корковыми и подкорковыми структурами, представительствами всех систем анализаторов, что определяет участие лобных областей во многих функциональных системах реагирования.

Выводы.

I. Периферическое воздействие КВЧ-поля длиной волны 7,I мм, падающей мощностью 5 мВт/см^2 с экспозицией 60 минут вызывает перестройки корковой ритмики здорового человека, которые свидетельствуют о развитии неспецифической реакции активации, т.е. повышение тонуса коры головного мозга.

2. Исследование сенсорной индикации ЭМП КВЧ-диапазона показало, что поле с такими параметрами достоверно распознается 80 % испытуемых.

ЛИТЕРАТУРА

I. Девятков Н.Д., Бецкий О.В., Гельвич Э.А. и др.//Радиобиология, I981, т.2I, 2, с.I63-I7I.
2. Девятков Н.Д., Голант М.Б., Тагер А.С.//Биофизика, I983, т.28, вып.5, с.895-896.
3. Севастьянова Л.А., Потапов С.А., Адаменко В.Г., Виленская Р.Л.//Научные доклады высшей школы, I969, т.39, вып.2, с.2I5-220.
4. Лебедева Н.Н., Вехов А.В., Баженова С.И. - В книге: Проблемы электромагнитной нейрофизиологии. М.: Наука, I988, с.85-93.
5. Лебедева Н.Н., Холодов Ю.А. Матер. ХУ съезда Всесоюзн. Физиол. Об-ва им. И.П.Павлова.
6. Холодов Ю.А. - В книге: Матер. УП Всесоюзн.конф. по электрофизиол. ЦНС, Каунас, I976, с.395.
7. Андреев Е.А., Белый М.И., Ситько С.П.//Вестник АН СССР, I985, № 4, с.24-32.

8. Lovsund P., Oberg P.A., Nilsson S.F.G.//Med.Biol.Eng.Comput., 1980, Vol.18, N 6, p.758-764.
9. Холодов Ю.А., Темнов А.А. - Матер. У Всесоювн. сем. "Изучение механизмов нетеплового воздействия ЭМП на биообъекты", М.: I983, с.8.
I0. Anderson L.E. -XXIII General Assembly of URSI, Prague, 1990, p.12
II. Semm P.//Comp.Biochem.Physiol., 1983, v.76, N 4, p.683-690
I2. Холодов Ю.А. Реакции нервной системы на электромагнитные поля. - М.: Наука, I975, 208 с.
I3. Леонтьев А.Н. Проблемы развития психики. М.: из-во МГУ, I98I, 582 с.
I4. Родштат И.В. - Препринт 20 (438), М.: ИРЭ АН СССР, I985, 4, с.24-32.
I5. Ливанов М.Н. Пространственно-временная организация потенциалов и системная деятельность головного мозга. М.: Наука, I989, 398 с.
I6. Свидерская Н.Е. Синхронная электрическая активность мозга и психические процессы. М.: Наука, I987, I54 с.

CENTRAL NERVOUS SYSTEM REACTIONS OF MAN TO PERIPHERAL ACTION OF THE LOW-INTENCITY EHF-RADIATION

Lebedeva N.N.
Institute of higher nervous activity and neurophusiology USSR Acad.Sci., 117865, Moscow, Butlerov str. 5a

For study of CNS reactions of man to EHF a method ofsensory indication and analysis of biopotentials of the cerebral cortex was used. Acupuncture point 4 Gi on the right and left hands was influenced by the EHF, by therapeutic device "Yav'-1" with the wave lenght 7.1 mm. It is revealed, that peripheral action of such EHF with exposition of 60 min elicits reconstructions of the cortical rhythmics of healthy man, which testify to the development of non- specific reaction of activation, i.e. the increase of the cerebral cortex tone. Study of sensory indication showed that EHF of mm-range was significantly recognized at the level of sensations of 75% of subjects.

АНТИСТРЕССОВОЕ ДЕЙСТВИЕ МИЛЛИМЕТРОВЫХ ВОЛН

Темурьянц Н.А., Чуян Е.Н.
Симферополь, 333036, ул. Ялтинская, 4

Реферат. Проведено исследование влияния миллиметровых волн на неспецифическую резистентность крыс с различными конституциональными особенностями, находящихся в условиях гипокинезии. Показано, что 9-ти кратное воздействие КВЧ на животных с ограниченной подвижностью препятствует развитию стресс-реакции на гипокинезию. Наименее выражено антистрессовые свойства КВЧ проявляются при их действии на животных с высокой двигательной активностью.

Введение. В настоящее время остро стоит вопрос о поиске средств, препятствующих развитию стресс-реакции на действие разнообразных факторов. Направленное воздействие на основные звенья патогенеза этого состояния, как правило, связано с применением различных фармакологических препаратов (Кириллов, 1966; Вальдман и др., 1981). Однако химиопрепараты часто вызывают развитие токсических и аллергических реакций, продолжительное последействие и т.д. Все это заставляет искать новые антистрессорные средства, лишенные побочных эффектов. К таким средствам относится, например, ПеМП частотой 8 Гц, индукцией 5 мкТл (Темурьянц, 1989). Однако применение ПеМП таких параметров в клинической практике затруднено в связи с отсутствием соответствующей аппаратуры. В то же время в медицине все большее применение находят миллиметровые волны. В связи с этим представляет значительный интерес исследование их антистрессорного действия.

Материал и методы исследования. Для изучения способностей излучения КВЧ ограничивать развитие гипокинетического стресса была проведена серия экспериментов на самцах белых беспородных крыс. Для каждого эксперимента отбирали животных одинакового возраста и веса, с низкой (НДА), средней (СДА) и высокой (ВДА) двигательной активностью и низкой эмоциональностью, определяемых в тесте "открытого поля". Различие поведенческих реакций в "открытом поле" обусловлено конституциональными особенностями

крыс (Кулагин и др., 1986). Всех животных распределяли в повторных опытах на 4 равноценные группы по 8-10 особей каждой конституциональной разновидности. Животные I группы содержались в обычных условиях вивария (биологический контроль). Ко II группе относились животные, которых содержали в обычных условиях вивария и ежедневно подвергали воздействию КВЧ с помощью генератора "Явь-56". Воздействие осуществлялось ежедневно по 30 мин. на область головы в течение 9 дней. III-ю группу составляли крысы, находившиеся в виварии в условиях 9-дневной гипокинезии (ГК). Крысы IV группы содержались в условиях ГК и подвергались экспозиции КВЧ одновременно с крысами II группы.

Для создания ГК были сконструированы специальные кассеты из оргстекла (Федоров, 1982 и др.).

Интегральным показателем адаптационных реакций, развивающихся при действии разнообразных факторов, в том числе ГК и КВЧ, является неспецифическая резистентность (Сапов, Новиков, 1984), которую обеспечивают многочисленные факторы. Ведущая роль в этом процессе принадлежит нейтрофилам. Именно эти клетки выполняют роль центрального звена резистентности, так как от их деятельности зависят реакции фагоцитоза, а также продукция гуморальных неспецифических факторов защиты (Маянский и др., 1983; Кузник и др., 1989).

Согласно современным представлениям, наиболее адекватными в оценке функционального состояния нейтрофилов являются цитохимические методы.

В настоящее время функциональное состояние нейтрофилов и лимфоцитов оценивали на основании исследования в нейтрофилах гидролитического (кислой фосфатазы, КФ) и окислительно-восстановительных ферментов (пероксидазы, ПО), играющих важную роль в обеспечении функциональной активности клеток. Определена также средняя активность сукцинат(СДГ)- и α-глицерофосфатдегидрогеназ (ГФДГ) в лимфоцитах и нейтрофилах.

Для объективной оценки активности ПО, КФ выводили цитохимический показатель содержания (ЦПС) по Kaplow (1983). Ак-

тивность дегидрогеназ оценивали по Р.П. Нарциссову (1980). Кроме того, в мазках крови, окрашенных по Романовскому-Гимза определялась лейкоцитарная формула. Кровь для исследования брали из хвостовой вены до экспериментальных воздействий (фон), на I, 3, 5, 9 сутки опыта.

Полученные данные обрабатывались методами вариационной статистики.

Результаты и обсуждение. У животных с ограниченной подвижностью регистрировали изменения цитохимического статуса нейтрофилов, характеризующее их функциональные возможности. У животных всех обследованных групп наиболее выраженные изменения обнаруживались на 9 сутки наблюдения. Эти изменения заключались в снижении ЦПС ПО, КФ в нейтрофилах, а также средней активности СДГ и α-ГФДГ в нейтрофилах и лимфоцитах крови.

Обнаруженное уменьшение показателей неспецифической резистентности характерно для гипокинетического стресса (Михайлов, 1985). Со стороны морфологического состава крови также имели место изменения, характерные для этого состояния: эозинопения сопровождалась нейтрофилезом и лимфопенией.

Как показали проведенные исследования, выраженность описанных изменений зависит от конституциональных особенностей крыс. Максимальное снижение неспецифической резистентности отмечено у крыс с ВДА, у которых зарегистрировано самое значительное снижение всех изученных показателей. У крыс с НДА и СДА изменения неспецифической резистентности при гипокинезии выражены менее значительно.

При исследовании показателей, характеризующих состояние неспецифической резистентности у крыс с ограниченной подвижностью, дополнительно подвергавшихся воздействию КВЧ, не обнаружено снижения неспецифической резистентности. Более того, к 9 дню эксперимента величина изученных показателей превышала их уровень у контрольных животных. Антистрессорное действие КВЧ проявлялось у животных всех выделенных групп, но наименее выражен этот эффект у крыс с ВДА. При дополнительном 9-ти кратном воздействии

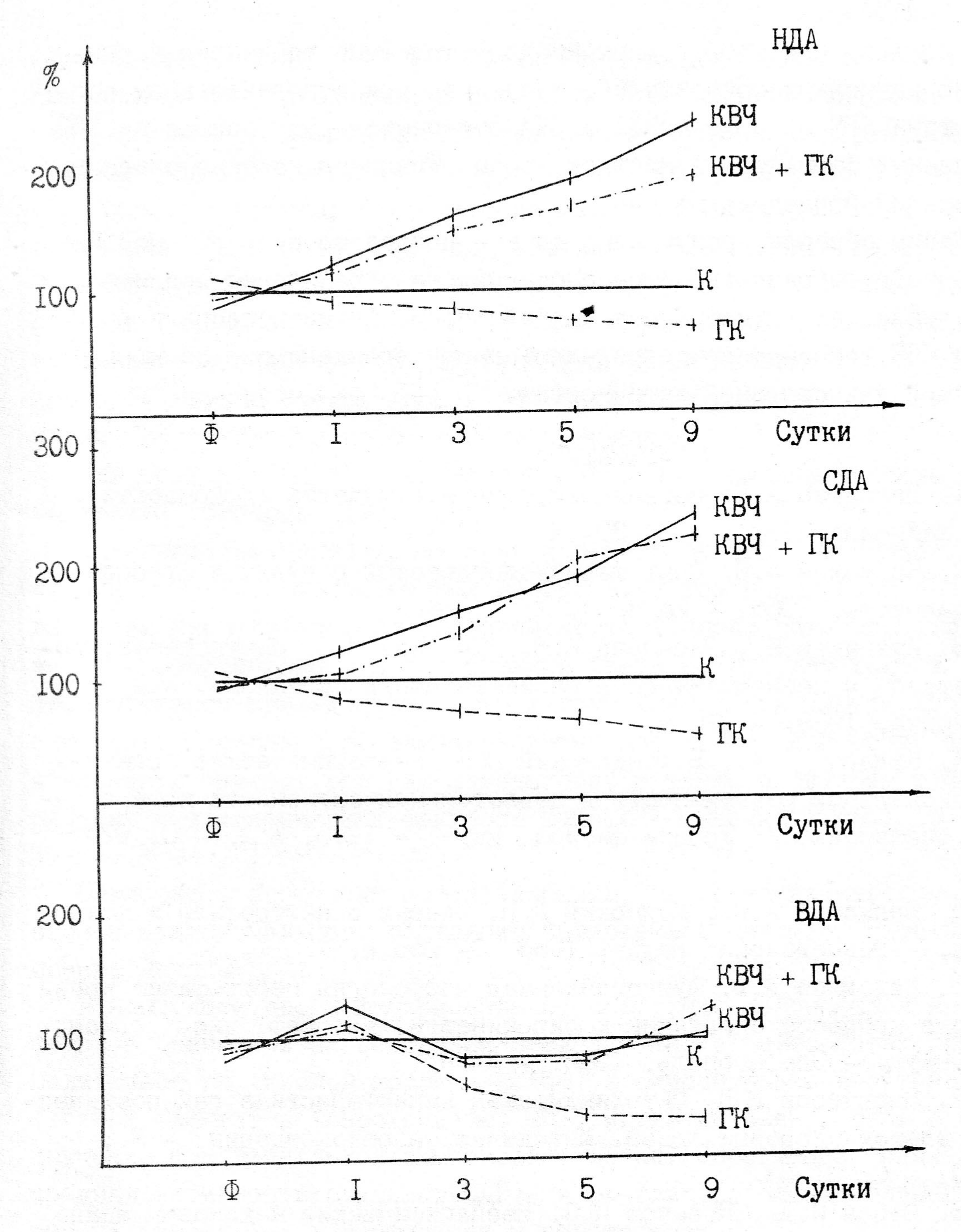


Рис. I. Динамика СДГ в лимфоцитах крови крыс при различных воздействиях (% относительно контрольной группы, К)

КВЧ на животных этой группы наблюдается лишь тенденция к снижению изученных показателей, тогда как при дополнительном воздействии КВЧ на крыс с НДА и СДА отмечается даже повышение ЦПС изученных ферментов в клетках крови. Типичная картина описанных изменений приведена на рис. I.

Таким образом, полученные данные позволяют считать, что КВЧ препятствуют развитию стресс-реакции на ограничение подвижности, т.е. обладает антистрессорным действием. Антистрессорные свойства КВЧ наименее ярко проявляются при его действии на крыс с высокой двигательной активностью.

ЛИТЕРАТУРА

I. Вальдман А.В. Нервная система и гомеостаз // Гомеостаз.- М.: Медицина, 198I. - С. 29-74.

2. Кириллов О.И. Опыт фармакологической регуляции стресса. - Владивосток, 1966. - 25 с.

3. Кузник Б.И., Васильев И.В., Цыбиков Н.Н. Иммуногенез, гомеостазб и неспецифическая резистентность организма. - М.: Медицина, 1989. - 320 с.

4. Кулагин Д.А., Болондинский В.К. Нейрохимические аспекты эмоциональной реактивности и двигательной активности крыс в новой обстановке // Успехи физиол. наук. - 1986, № I. - С. 92-II0.

5. Маянский А.П., Маянский Д.Н. Очерки о нейтрофиле и макрофаге. - Новосибирск: Наука, 1983 . - 256 с.

6. Михайлов А.В. Функциональная морфология нейтрофилов крови крыс в процессе адаптации к гипокинезии: Автореф. дис. ...канд. мед.наук. - Симферополь, 1986, - 24 с.

7. Нарциссов Р П. Цитохимическая характеристика гемопоэтических клеток здоровых людей. Методические рекомендации. - М., 1980. - С. 3I-33.

8. Сапов И.А., Новиков И.С. Неспецифические механизмы адаптации человека. - Л.: Наука, 1984. - I46 с.

9. Kaplow L.S. A histochemical procedure for localizing and evaluation leucocyte alkaline phosphatase activity in smears of blood and marrow // Blood. - 1955. - 10, N 10. - P. 1023-1029.

ANTISTRESS EFFECT OF MICROWAVE

Temuryants N.A., Chuyan E.N.

M.V. Frunze Simferopol State University
333036 Simferopol, Yaltinskaya,4

The microwave influence on neutrophile functional ability in rats with limeted motor activity has been investigated. By means of cytochemical metsods activity of hidrolytic and oxidation-reduetion enzymes of neutrophiles (peroxidase, succinic dehydrogenase and α-glicerophosphate dehydrogenase) has been defined. These enzymes promote realization of phagocytic function of neutrophiles.

It was found out that during the period of 9-days hypokinezia enzymes' activity decreased.

So we can say about lowering of nonspecific resistanse. Such effect are typical for hypokinetic stress. Maximum decrease of all values was observed in rats with high excitability of central nervous system (CNS).

The influense of microwave has been investigated on the functional state of hydrolytic enzymes and dehydrogenases of rat flood neutrophiles in the first period of hypokinezia. It was found that the microwave promotes normalization of rat neutrophilis indicators during hypokinezia, limites stress-reaction. Antistress effects of microwave are minimal in rats with high mobile activity.

ПРОДУКЦИЯ ЭМИ-ОБЛУЧЕННЫМИ ЛИМФОЦИТАМИ И ФИБРОБЛАСТАМИ ЧЕЛОВЕКА ФАКТОРА, АКТИВИРУЮЩЕГО ПРОЛИФЕРАЦИЮ КЛЕТОК

В.И.Говалло, Ф.С.Барер, И.А.Волчек, В.Т.Барановская, Т.П.Малявко

Центральный институт травматологии и ортопедии имени Н.Н.Приорова, Москва I24299, ул.Приорова, IO

Реферат. Показано, что под влиянием ЭМИ миллиметрового диапазона на лимфициты и фибробласты человека *in vitro* продуцируют фактор(ы), усиливающие рост и функциональную активность аналогичных клеток. Этот фактор в высокой концентрации содержится в разрушенных облученных клетках, их лизатах, а также высвобождается в культуральную среду. Воздействие ЭМИ само по себе не активирует рост клеток, но добавление в культуру указанного фактора резко стимулирует их пролиферативный потенциал. При этом ЭМИ-облучение не изменяет экспрессию поверхностных рецепторов лимфоцитов и не оказывает влияния на их чувствительность к митогенам или экзогенным иммуномодуляторам. Данный фактор - фитокин, продуцирующийся в цитоплазме клеток, он связан с активацией дегидрогеназ: в облученных клетках концентрация лактатдегидрогеназы повышается в 3-5 раз.

Результаты и обсуждение. Ранее в клинических наблюдениях было отмечено непостоянное иммуностимулирующее действие КВЧ-терапии у больных с вторичными иммунодефицитами (ВИД) разного генеза. Для изучения возможных механизмов модулирующего влияния миллиметрового излучения было предпринято исследование на культивируемых клетках-лимфоцитах крови и фибробластах кожи человека. Клетки подвергали облучению на источнике ЭМИ "Явь-I" (λ =5,6 и 7,I мм) с разными сроками экспозиции. В ходе работы были сделаны следующие наблюдения.

I. Эми-облучение не влияет на экспрессию поверхностных рецепторов лимфоцитов.

В непрямом иммунофлуоресцентном тесте исследовали действие лимфоцитов крови здоровых людей и больных с ВИД с моноклональными антителами (МА) фирмы *Ortho Diagnostic System* (США). Лимфоциты выделяли из крови на градиенте плотности фиколл-верографин, часть из них подвергали ЭМИ-облучению (λ =5,6 мм,

7,I мм, 5,6+7,I мм) в течение 45-60 мин. Облученные (опыт) и необлученные клетки (контроль) экспонировали с МА, направленными к рецепторам функционально зрелых Т клеток (ОКТ3 и ОКТII), В клеток (ОКВI и ОКВ7), реактивных к HIA II класса Т хелперам (ОКТ4 и к HIA I класса Т киллерам/супрессорам (ОКТ8), к рецепторам к интерлейкину 2(ОКТ25). Лимфоциты в рабочей концентрации 4xI0^6 после 30 мин. экспозиции с МА отмывали, обрабатывали 30 мин. меченными флуорохромом антителами к иммуноглобулинам человека, после чего определяли процент люминесцирующих клеток.

Исходная экспрессия указанных рецепторов на клетках здоровых и больных людей была различной, но эти же различия сохранялись и через 3-6 часов после ЭМИ-облучения. В последующем лимфоциты подвергали 3-суточному культивированию. Но и через 72 часа после ЭМИ сохранялись лишь индивидуальные фенотипические отличия лимфоцитов, в то время как характер взаимодействия МА с клетками одного донора в опыте и контроле был сходным.

2. ЭМИ-облучение не влияет на чувствительность лимфоцитов к поликлональным митогенам.

С помощью ^{3}Н-тимидина оценивали пролиферативный потенциал лимфоцитов после добавления в культуру клеток Т митогенов (ФГА, КОН А) и В митогена (P W M).При всех использованных до культивирования лимфоцитов режимах ЭМИ-облучения реактивность клеток изменялась не более, чем на I0-I2 % по сравнению с контролем. Не отмечено также изменения чувствительности ареактивных лимфоцитов к экзогенному рекомбинантному интерлейкину 2, которое можно было бы поставить в связь с ЭМИ-воздействием.

3. ЭМИ-облучение не влияет на чувствительность лимфоцитов к экзогенным иммуномодуляторам.

Выделенные на градиенте плотности лимфоциты крови инкубировали с 0,I % раствором теофиллина, тимогеном (50 мкг) или с преднизолоном (I0 мкг/мл). До и после инкубации определяли розеткообразующую способность лимфоцитов в реакции с эритроцитами барана (Е-РОК). Лимфоциты в рабочей концентрации 2,5x I0^6 кл/мл преинкубировали с иммуномодуляторами в течение 30

мин при 37°С, после чего отмывали и исследовали в Е-РОК. Интенсивность реакции клеток здоровых и больных с ВИД варьировала в широких пределах, но исходное ЭМИ-облучение в течение 30-60 мин (λ=5,6 и 7,I мм) не вызывало статистически достоверного или единообразного изменения розеткообразующей способности лимфоцитов в присутствии иммуностимуляторов и супрессора.

4. ЭМИ-облученные лимфоциты усиливают пролиферативный ответ на ФГА аутологичных лимфоцитов.

Ранее было отмечено, что само по себе ЭМИ-облучение не оказывало влияния на ФГА-стимулированную пролиферацию лимфоцитов. В настоящем опыте смешивали две равные порции аутологичных лимфоцитов от больных с ВИД, одна из которых до культивирования была подвергнута ЭМИ-облучению. В такой модификации опыта в части случаев индекс стимуляции (ИС) пролиферации клеток на 3-и сутки возрастал по сравнению с контролем, где смешивали две равные порции необлученных клеток.

При λ=5,6 мм (n=I0) ИС увеличился в среднем на 56,4 % (разброс результатов от -37 до 333 %), при λ=7,I мм (n=I2) средний прирост ИС составил I30,6 % (разброс результатов от -60 до 55I %). Наиболее постоянное увеличение ИС отмечалось при ЭМИ-облучении лимфоцитов в течение 60 минут, в ходе которого увеличивался процент погибших клеток.

5. Лизаты ЭМИ-облученных лимфоцитов и среда после их культивирования усиливают пролиферацию и функциональную активность аллогенных лимфоцитов.

Лизаты ЭМИ-облученных и интактных лимфоцитов получали, разрушая клетки 3-кратным их замораживанием и оттаиванием. Их добавляли в 20 %-ной концентрации к среде при постановке Е-РОК и культивировании с ФГА аллогенных лимфоцитов. В такой же концентрации использовалась среда, в которой культивировались облученные и интактные лимфоциты в течение 3-х суток. Добавление среды, полученной после культивирования необлученных лимфоцитов, не влияло на значения Е-РОК и интенсивность ответа аллогенных лимфоцитов на ФГА. Культуральная среда, полученная после культивирования ЭМИ-облученных лимфоцитов, усиливала значения Е-РОК в 5I % случаев (максимально на 3I,7± 3,5 % при λ=5,6 мм) и пролиферацию ФГА-стимулированных

лимфоцитов в 78 % случаев (максимально на 23,4 % ± 8,3 % при λ =5,6 мм). Значения активации указанных реакций средой, полученной после культивирования лимфоцитов, обработанных при λ =7,I мм, были несколько меньшими, но общая тенденция была одинаковой.

Лизаты ЭМИ-облученных лимфоцитов были более активными, чем культуральная среда, они усиливали значения Е-РОК и ответ лимфоцитов на ФГА в I00 % случаев. Лизаты ЭМИ-облученных лимфоцитов при λ =5,6 и 7,I мм давали сходный эффект: усиление Е-РОК по сравнению с контролем отмечалось на 46,6 ± 7,6 и 45,9 ± I0,8 % соответственно, а усиление ответа на ФГА на 28,8 ± 2,8 и 23,0±3,4 %. Последовательное облучение лимфоцитов в течение 30 мин сначала при λ = 5,6 мм, а затем 7,I мм (или наоборот) не усиливало активирующих свойств лизатов по сравнению с теми, которые были получены при облучении одной волной в течение I ч. Длина волны не являлась решающим фактором для получения эффективных лизатов.

6. Разрушенные ЭМИ-облученные фибробласты кожи человека усиливают пролиферацию аутологичных фибробластов.

Опыты проводились на 5 штаммах фибробластов, полученных от здоровых доноров. Клетки культивировали 7 суток в насыщенной 4 % CO_2 среде Игла с I0 % эмбриональной телячьей и I0 % сыворотки крупного рогатого скота. Предварительное ЭМИ-облучение (λ =5,6 или 7,I мм) в течение 45 мин. не влияло на пролиферативный потенциал фибробластов, оцениваемый по включению ^{3}Н-тимидина.

В дальнейшем часть клеточной взвеси подвергали 3-кратному замораживанию и оттаиванию в сухом льду, смешанным с ацетоном (температура -79°С). При электронномикроскопическом анализе было выяснено, что такая обработка клеток ведет к нарушению целостности мембраны и внутриклеточных структур фибробластов. Это дало нам основания до некоторой степени отождествлять разрушенные фибробласты с клеточным лизатом.

После добавления к фибробластам разрушенных ЭМИ-облученных, но не разрушенных интактных, аутологичных фибробластов пролиферативный потенциал клеток возрастал в 2-3 раза. Наиболее отчетливый стимулирующий эффект достигался при добавлении

фибробластов, подвергнутых облучению в течение I5 мин. при λ =7,I мм. Более длительная экспозиция была связана с гибелью клеток.

7. Биохимическое исследование лизатов ЭМИ-облученных клеток на анализаторе "Spectrum" показало, что достоверно изменяется лишь содержание в них лактатдегидрогеназы, концентрация которой после облучения (λ =5,6 или 7,I мм) возрастала на 3I0-570 %.

Проведенное исследование показало, что воздействие ЭМИ на клетки не связано с отчетливым изменением их мембранных структур. Под влиянием ЭМИ в цитоплазме клеток активируется синтез цитокинов, оказывающих на клетки этой линии действие, подобное фактору роста. Эти продукты накапливаются в цитоплазме клеток, но они могут секретироваться в среду, а поэтому действуют и контактно, и дистанционно. Видимо с этим связано иммуномодулирующее влияние КВЧ-терапии, зафиксированное при ВИД в клинике. В какой мере этот эффект специфичен лишь для ЭМИ предстоит уточнить.

PRODUCTION OF THE FACTOR ACTIVATING CELL PROLIFERATION BY THE EMI-IRRADIATED HUMAN LYMPHOCYTES AND FIBROBLASTS

V.I.Govallo,F.S.Barer,I.A.Voltchek,V.T.Baranovskaya,
T.P.Malyavko
Central Institute for Traumatology and Orthopaedics
USSR,Moscow 125 299,Priorova str.,10

It has been demonstrated that under the influence of the EMI mm diapason human lymphocytes and fibroblasts generate in vitro factor,stimulating growth and functional activity of the similar cells.This factor is contained in high concentration in destroyed cells as well as in their lysates and appearenced in the culture medium.The EMI-irradiation in itself does not induce growth of cells,but this factor when added to the culture sharly stimulates proliferation potential of the cells.The EMI-irradiation does not change expression of the surface receptors of lymphocytes and does not influence their sensitivity to the exogenous immunomodulatore.This factor-cytokin,apparently,is generated in cytoplasm of cells and is associated with activating of dehydrogenases.Concentration of lactatdehydrogenase in lysates of irradiated cells increases 3-5 fold.

КРОВЕТВОРЕНИЕ И КВЧ-ТЕРАПИЯ

Э.С.Зубенкова
Всесоюзный онкологический научный центр АМН СССР
Москва, II5478, Каширское шоссе, 24

Реферат. В докладе представлены экспериментальные данные по изучению биологического действия электромагнитных волн КВЧ-диапазона. Выявлены некоторые различия в сроках регенерации костного мозга, предварительно обработанного миллиметровыми волнами.

Определено, что основой регенерационных процессов гемопоэтической системы при КВЧ-терапии является ускорение пролиферации и дифференцировки стволовой кроветворной клетки.

Введение. Несмотря на значительные научные достижения в области изучения регуляции механизмов пролиферации стволовых кроветворных клеток, вопросы вывода гемопоэза из гипо- и апластического состояния являются весьма актуальными. Кроме того, перспективы использования трансплантаций аутологичного костного мозга при лечении злокачественных новообразований [I,3,8] требуют поиска путей ускорения регенерации трансплантата.

Наряду с имеющимся широким спектром радиомодификаторов и гуморальных факторов, управляющих клеточной пролиферацией, в последние годы возрос интерес к биологическому действию неионизирующего излучения КВЧ-диапазона. В результате проведенных исследований[3 2,4] было установлено, что биологический эффект частотозависим, и для его проявления требуется соблюдение определенных параметров облучения: плотности потока мощности и времени воздействия [5].

Целью настоящей работы явилось установление возможности использования КВЧ-излучения в качестве средства активизации пролиферативных потенций клеток костного мозга.

Материал и методы. Работа выполнена на мышах - самцах линии (CBAxC57 Bl) F1 массой 20-25 граммов. Гамма-облучение проводили на цезиевой установке "Стебель-3А" при мощности дозы 5.2 Гр/мин. Локальное облучение животных электромагнитными

волнами КВЧ-диапазона проводили на установке "Явь-I", используя стандартный режим воздействия: частотную модуляцию в диапазоне 7.09-7.12 мм, плотность потока мощности - 10 Вт/см^2, время экспозиции - I час. Репарационная способность костного мозга животных после КВЧ-облучения была изучена на модели летального облучения реципиентов в дозе 8.6 Гр и последующей трансплантации им сингенного костного мозга в количестве от $I \cdot 10^4$ до $I \cdot 10^6$ клеток на животное. В качестве критерия оценки использована 30-суточная выживаемость.

Пролиферативная способность клеток-предшественников была оценена с помощью фазоспецифического цитостатика - оксимочевины, поражающего главным образом клетки, находящиеся в фазе синтеза ДНК. Препарат вводили внутрибрюшинно в концентрации 900 мг/кг, а клетки костного мозга из бедренной кости выделяли через 2 часа после введения [6]. Уровень пролиферативной активности КОЕс выражали в процентах, исходя из разницы числа образовавшихся кроветворных колоний. Данный тест был использован при оценке костного мозга через 3 и 5 час после часовой экспозиции миллиметрового облучения. Колонии на селезенке подсчитывали на 9 и II-е сутки.

Кроме того, состояние периферической крови и костного мозга оценивали традиционными методами, применяемыми в гематологии, по абсолютному числу кариоцитов в бедре и абсолютному числу лейкоцитов в периферической крови. Данные статистически обработаны с помощью стандартных программ. Кривые регрессии строили методом наименьших квадратов.

Результаты и обсуждение. На рис.I представлены результаты определения выживаемости летально облученных животных после трансплантаций им различного числа клеток сингенного костного мозга, как интактного, так и от доноров, подвергнутых КВЧ-облучению. Все контрольные животные погибли в период с 6 по I6-е сутки. Следовательно, выбранная доза облучения реципиентов - 8.6 Гр - является минимально абсолютно летальной дозой, вызывающей костномозговой синдром с глубокими деструктивными необратимыми изменениями костного мозга, приводящими к гибели животных. Кривая I отражает зависимость выживаемости

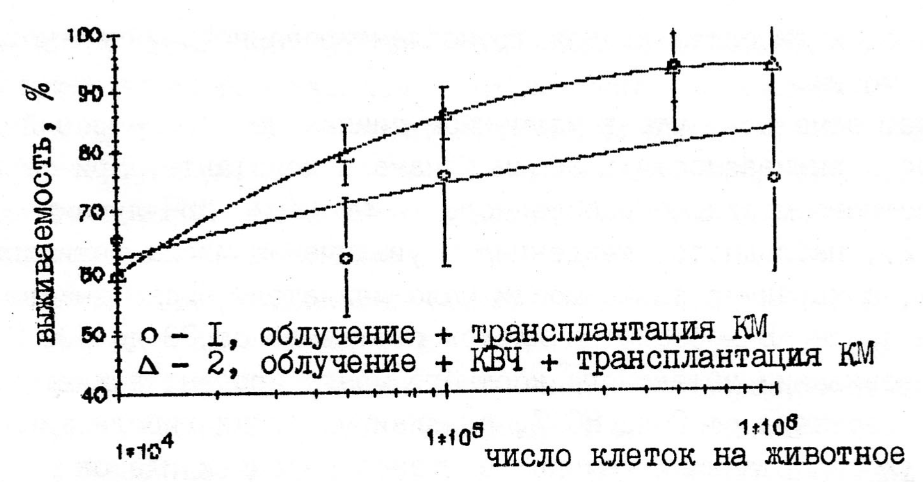


Рис. I. Кривая выживаемости летально облученных реципиентов после трансплантации им различных концентраций клеток костного мозга.

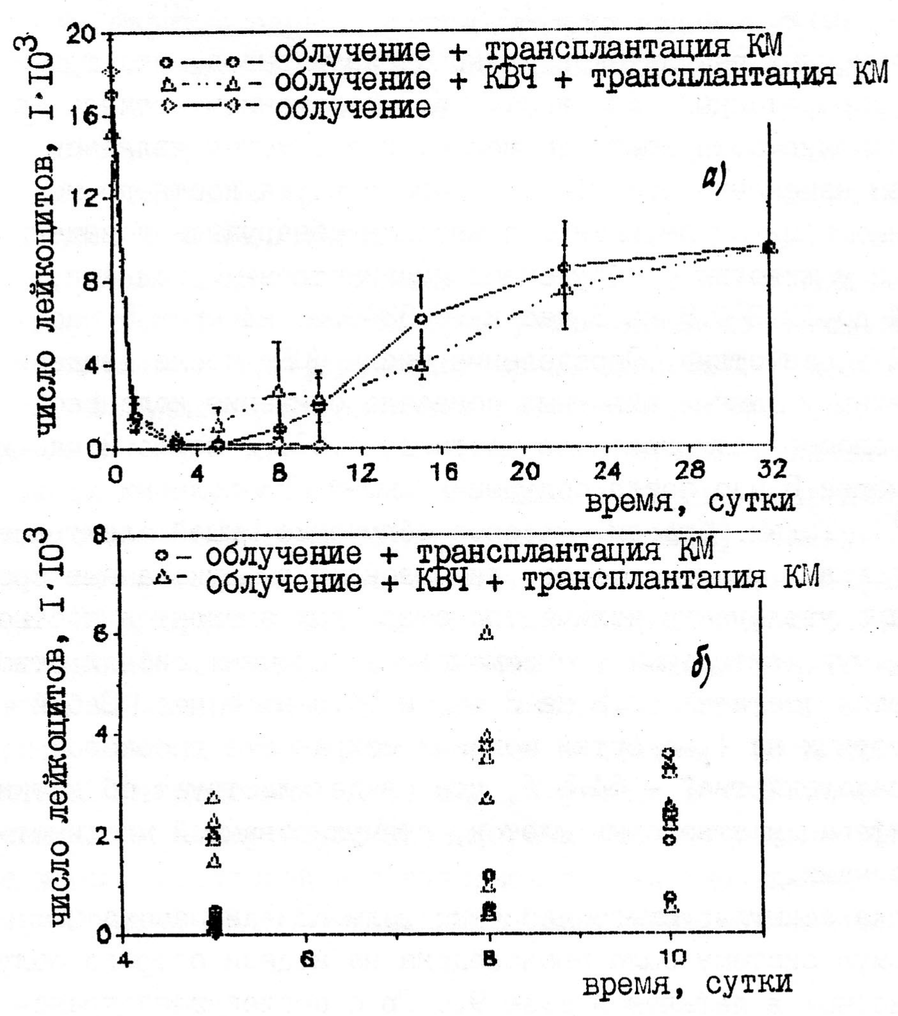


Рис.2а. Динамика изменения числа лейкоцитов у летально облученных животных после трансплантации им костного мозга.

Рис.2б. То же, но представлены индивидуальные значения числа лейкоцитов на сроки 4, 8 и I0 суток после трансплантации.

животных от количества клеток трансплантированного интактного костного мозга.

Следует отметить, что в изученном диапазоне концентраций зависимость выживаемости в общем близка к константе. При пересадке костного мозга, обработанного *in vivo* КВЧ-лучами (кривая 2), наблюдается тенденция к увеличению числа выживших животных, а характер зависимости мало меняется. Число выживших животных после КВЧ-обработки клеток составило от 70 до 100 %, а при перевивании интактного костного мозга процент выживших животных составил от 0 до 80 %. Анализируя сроки гибели животных в двух сопоставимых группах с трансплантацией клеток костного мозга, каких-либо существенных различий в сроках гибели отмечено не было. Все случаи гибели животных приходились на 6-16-е сутки.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что трансплантат, обработанный *in vivo* КВЧ-излучением, влияет на сроки приживляемости костного мозга, и это может являться следствием изменения пролиферативного статуса костного мозга. Проведенные нами эксперименты позволили обнаружить повышение числа КОЕс у животных, облученных миллиметровыми волнами, с 4.2 ± 1.4 до 12.2 ± 0.8 на 3 час и 10.83 ± 0.88 на срок 5 час после КВЧ-воздействия. Определение числа КОЕс после введения оксимочевины у данных животных показало снижение колониеобразующей способности костного мозга до 4.5 ± 1.1 через 3 час и 4.9 ± 0.9 через 5 час после облучения мышей КВЧ-волнами ($P < 0.01$). Таким образом, часовое облучение мышей электромагнитными волнами миллиметрового диапазона в вышеуказанные сроки вызывало увеличение количества стволовых элементов костного мозга, чувствительных к оксимочевине: процент гибели стволовых клеток составил 63.5 на 3 час и 54.9 на 5 час. Забой части животных на 11-е сутки показал сохранение высокого уровня "самоубийства" - 64.5 %, что свидетельствует об истинной пролиферации стволовых клеток, стимулированной миллиметровыми волнами.

Проверка стимулирующего действия волн КВЧ-диапазона на кроветворную систему была произведена на модели острого облучения животных в летальной дозе 9.0 Гр с последующей транс-

плантацией $1 \cdot 10^6$ клеток сингенного костного мозга. Одна из экспериментальных групп животных получила интактный костный мозг, а другая - от доноров, облученных миллиметровыми волнами. Критерии оценки - 30-суточная выживаемость, абсолютное число лейкоцитов в динамике и подсчет костного мозга в конце эксперимента, т.е. на 30-е сутки.

На рис.2 представлена динамика восстановления числа лейкоцитов после трансплантации костного мозга. Здесь четко прослеживаются две фазы клеточных изменений. Дегенеративная фаза (примерно первые 3 суток) практически одинакова во всех трех группах животных и характеризуется глубокой лейкопенией с числом клеток в периферической крови до 50-200 в I $мм^3$. Различия между группами проявляются в основном во второй, регенеративной, фазе. В первой группе (только гамма-облучение) все животные погибли к I0 суткам без признаков регенерации (кривая I). Во второй группе (гамма-облучение + трансплантация интактного костного мозга) попытки регенерации у части животных отмечаются с I0 суток (кривая 2). Иная картина наблюдается в группе с трансплантацией костного мозга, обработанного миллиметровыми волнами (кривая 3). Здесь его интенсивная регенерация сопровождается быстрым увеличением количества форменных элементов периферической крови (рис.2б). Сокращение времени наступления регенерации гемопоэза ведет к снижению процента погибших животных (в группе с перевитым интактным костным мозгом погибло 70 % животных, в группе с предварительным облучением доноров КВЧ-волнами - 30 %). Следует отметить, что различия в клеточности костного мозга сохранились до 30-х суток и составили $3.6 \cdot 10^6$ клеток ($P < 0.01$).

Результаты изучения биологического действия электромагнитных волн КВЧ-диапазона позволили выявить определенную особенность действия его на кроветворную систему: несмотря на специфичность действия, этот вид излучения в диапазоне миллиметровых волн стимулирует пролиферативные процессы в гемопоэзе на уровне стволовой кроветворной клетки. До настоящего времени механизм действия миллиметровых волн неизвестен.

Поскольку они полностью поглощаются в верхних слоях кожи (до I мм), не исключено, что в ней содержатся биологические структуры, являющиеся рецепторами для восприятия этого раздражителя. Роль таких рецепторов, вероятно, могут выполнять клетки Лангерганса или так называемые эпидермальные макрофаги.

ЛИТЕРАТУРА

I. Баранов А.Е., Гуськова А.К. и др.//Терапевтический архив.- 1986.- № 9.-С.9-17.
2. Девятков Н.Д.//Успехи физических наук. - 1973.- Т.110.- Вып.3.-С.453-454.
3. Кербпинг М., Хунштейн В.// Терапевтический архив.-1986.- № 9.-С.23-29.
4. Севастьянова Л.А., Голант М.Б. и др.//Научные доклады высшей школы: Биологические науки.- 1971. - № 6.-С.58-59.
5. Севастьянова Л.А.//Сб. "Нетепловые эффекты миллиметрового излучения".- Изд-во ИРЭ АН СССР, М., 1981.- С.86-113.
6. Чертков И.Л., Гуревич О.А. Стволовая кроветворная клетка и ее микроокружение.- М.: Из-во Медицина. 1984. -С.197-198.
7. Artmann C., Pratzel H.G.// Sonderdruck.- Institute fuer Medizinische Balneologie und Klimatologie der Ludwig-Maximilians- Universitaet.- Muenchen, 1990.- S. 1-6.
8. Santini G., Coser P., Chisesi T. et al// Bone Marrow Transplant.- 1989.- N 4.- P. 399-404.

Hemopoiesis and EHF-therapy.

Dr. Zubenkova Emma Sarkisovna
115478 Moscow USSR Kashirskoye sh. 24
All-Union Cancer Research Center

The report concernes the experimental data of studying the biological effect of using millimeter-band waves. The results of experiments show that the increase of proliferation and differentiation of the stem hemopoietic-cell formes the basis of regenerative processes in hemopoietic system under EHF-therapy.

The previous conclusions were tested on mice treated with lethal dose of irradiation followed by bone marrow transplantation. When the bone marrow was treated beforehand in vivo with EHF-radiation, the increase of number of survived animals was observed. Some differences in time of the beginning of haemopoiesis' regeneration were also found.

The appearence of leucocytes in peripheral blood of these mice was noticed 5 days earlier (compared to control).

The use of EHF-waves at bone marrow transplantation seems to have significant therapeutic potential.

ВЫЖИВАЕМОСТЬ ЛЕТАЛЬНО ОБЛУЧЕННЫХ ЖИВОТНЫХ ПРИ ТРАНСПЛАНТАЦИИ КРИОКОНСЕРВИРОВАННОГО КОСТНОГО МОЗГА, ПОДВЕРГНУТОГО КВЧ-ВОЗДЕЙСТВИЮ

Соболева Е.И., Игнашева Л.П.
НПО "Исток", г.Фрязино 141120

Реферат. В настоящем сообщении представлены данные по выживаемости летально облученных мышей - гибридов (CBAxC57Bl6)F_1 после трансплантации криоконсервированного костного мозга, подвергнутого воздействию КВЧ-излучения после его размораживания.

Отмечена более высокая выживаемость реципиентов, предварительно подвергнутых смертельной дозе рентгеновского облучения, после трансплантации им КВЧ - облученного размороженного мозга, с менее выраженными клиническими симптомами лучевой болезни.

Успех миелотрансплантации зависит от степени сохранности и функциональной полноценности стволовых гемопоэтических клеток.

Восстановление костномозгового кроветворения у животных, получивших размороженный костный мозг, наступает на 7-8 дней позднее, чем при применении свежезаготовленного костного мозга.

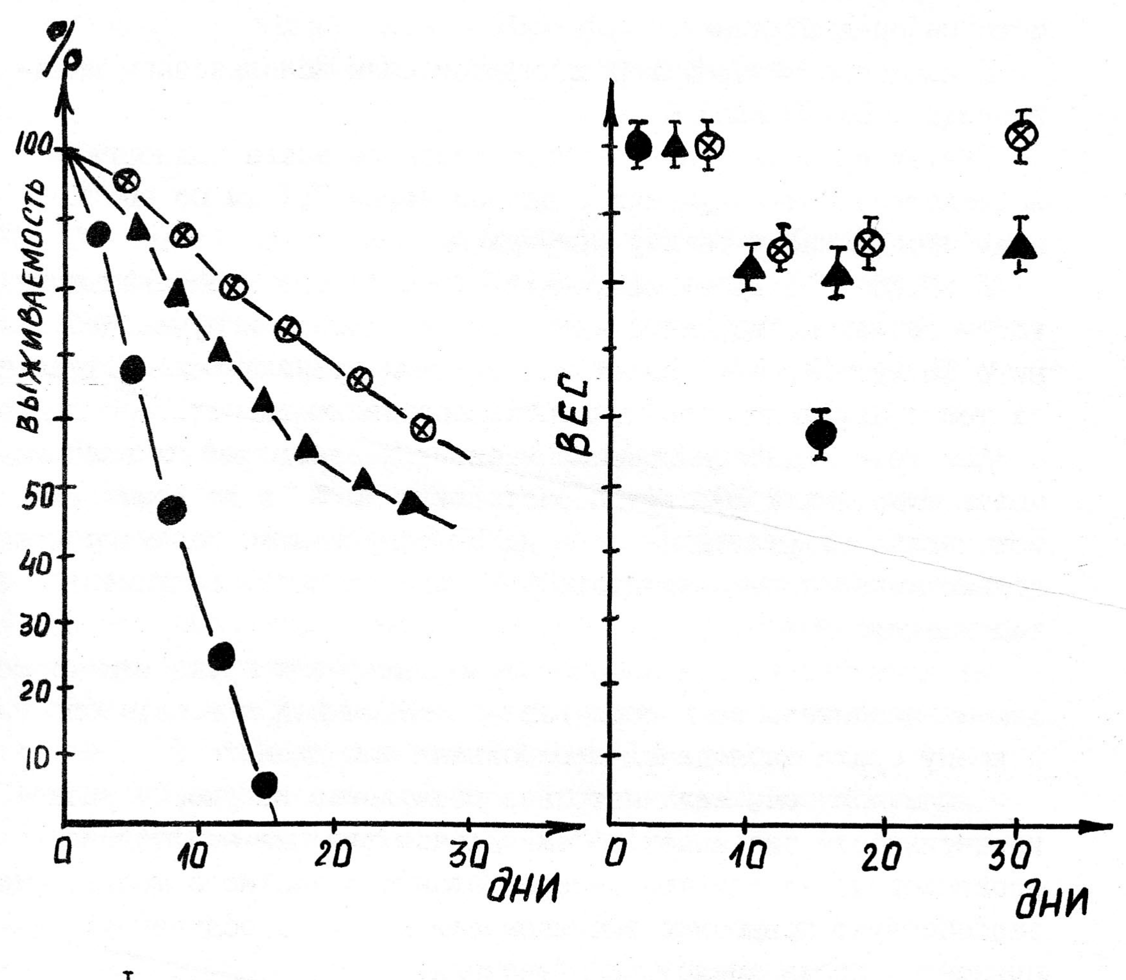
Поэтому поиск путей повышения репопуляционной способности криоконсервированного костного мозга имеет большое теоретическое и практическое значение.

Наши предыдущие исследования показали, что миллиметровое нетепловое излучение низкой интенсивности оказывает положительное влияние на стволовые кроветворные клетки, находящиеся в условиях "in vitzo", причем степень влияния зависит от параметров облучения.

При медленном программном облучении клеток консервированного костного мозга, отмечено значительное повышение пролиферативной активности и ускорение процесса дифференцировки стволовых гемопоэтических клеток.

Одним из достоверных методом оценки полноценности клеток костного мозга является выживаемость летально облученных жи-

Показатели выживаемости летально облученных мышей-гибридов (CBAxC57BC6) F_1 после трансплантации костного мозга



–●–⧳ – контроль
–△–⧊ – размороженный костный мозг
–⊗–⊗ – размороженный и подвергнутый КВЧ-воздействию костный мозг

Рис.I

вотных более 30 дней. В связи с этим, данный текст использован для подтверждения полученных результатов.

Материалом для исследования служил костный мозг мышей высоко инбередных линий.

В качестве доноров и реципиентов были использованы мыши-гибриды (CBAxC57Bℓ6) F_1 .

Клетки криоконсервированного костного мозга подвергали воздействию КВЧ-излучения с длиной волны 7,I мм по оптимальному программному режиму облучения.

В группе "контроль облучения" (рис.I) без трансплантации костного мозга, все животные погибли от острой лучевой болезни к I5 суткам, при ярких клинических проявлениях: потеря веса тела, адинамичность движения, поредение шерсти.

При трансплантации размороженного костного мозга выживаемость животных к 30 суткам составляла 45 %, в то время как использование размороженного и КВЧ-облученного костного мозга обеспечивает более высокую (53 %) выживаемость реципиентов в течение срока наблюдения.

Из клинических симптомов у животных обеих групп отмечались лишь незначительная потеря веса с тенденцией к восстановлению к концу срока наблюдения и небольшая гиподинамия.

Таким образом, миллиметровое нетепловое излучение низкой интенсивности оказывает положительное влияние на столовые кроветворные клетки криконсервированного костного мозга, что способствует повышению выживаемости летально облученных реципиентов после миелотрансплантации.

THE SURVIVABILITY OF LETHALLY IRRADIATED ANIMALS FOR THE TRANSPLANTATION OF CRYOPRE- SERVED MARROW, SUBJECTED TO EHF-RADIATION

Soboleva E.I., Ignashova L.P.

RPA "Istok", 141120, Fryazino,
Moscow Region, USSR.

The present report includes the data on survivability of irradiated hybrid mise (CBA X C 57 BC 6)F1 on transplantation of cryopreserved marrow and the marrow, subjected to EHF-radiation influence, after its defreezing. Higher survivability of recipients, preliminarily subjected to the lethal dosage of X-ray radiation on transplatation of EHF-irradiated defrozen marrow with less pronounced clinical symptoms of atomic disease, has been noted.

ИЗМЕНЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ ТЕСТОВ ПРИ КВЧ-ТЕРАПИИ БОЛЬНЫХ ИНФАРКТОМ МИОКАРДА

В.И.Рубин, Г.Я.Мельникова

Саратовский ордена Трудового Красного Знамени медицинский институт, Саратов, 410710, ул.20 лет ВЛКСМ, 112

Аннотация. В работе исследовалось влияние КВЧ-терапии на процессы биоэнергетики и структурно-функциональное состояние клеточных мембран у больных с острым инфарктом миокарда в различные сроки заболевания (1-ые, 5-ые, 10-ые и 21 сутки; рубцовая фаза). Констатировано лечебное действие КВЧ-терапии, выраженное, в первую очередь, в превалирование аэробных процессов окисления глюкозы над анаэробными, следствием чего является нормализация энергетического заряда клетки, а также нормализация соотношения фосфолипидных фракций липидного спектра мембран и мембраннозависимых ферментов.

Введение. Исследования последних десятилетий позволяют использовать КВЧ-излучение в качестве лечебного фактора в практической медицине. Это обусловлено расшифровкой ряда механизмов воздействием КВЧ на клеточном и органном уровнях. Последнее послужило основанием для выявления терапевтического эффекта КВЧ-излучения на ряд кардинальных процессов метаболизма, нарушенных при инфаркте миокарда.

Результаты и их обсуждение. Для реализации решаемой проблемы нами были обследованы 5 групп лиц.

Три из них контрольные (по 10 человек каждая). Первая контрольная группа включала лиц, не страдающих заболеваниями сердечно-сосудистой системы, она представлена больными с патологией органов дыхания и пищеварения. Вторая контрольная группа - это больные ИБС, не осложненной инфарктом миокарда. Третья - больные с острым инфарктом миокарда, леченные общепринятыми терапевтическими методами. Четвертая группа - опытная - включала 20 больных, подвергавшихся воздействию КВЧ-излучения на фоне общепринятой медикаментозной терапии. Лечебное воздействие КВЧ-излучения создавалось установкой

"Явь-I" и проводилось по методике, разработанной профессором Л.Н.Гончаровой, в клинике скорой медицинской помощи и реаниматологии СМИ. Пятая группа включала IO больных инфарктом миокарда, у которых изучалась плацебо-реакция в ответ на предполагаемое использование КВЧ-терапии. Больные, относящиеся к третьей, четвертой и пятой группам, обследовались в динамике: в I-ые, 5-ые, IO-ые и 2I-ые (рубцовая фаза) сутки лечения. Возрастной ценз обследуемых всех групп - 50-60 лет.

У больных всех групп анализировались следующие биохимические тесты: определение нуклеотидного пула клетки и ее энергетического заряда, активностей ЛДГ, МДГ, Г-6 ф ДГ, транспортных АТФ-аз, АХЭ, пероксидазы, каталазы, СОД, содержание МДА и фосфолипидного спектра эритроцитарных мембран.

Исследования проводились в плазме крови и эритроцитах. В результате проведенных исследований констатировано снижение концентраций АТФ и АДФ на фоне увеличения содержания АМФ и уменьшения энергетического заряда у больных ИБС (II гр.) и инфарктом миокарда (III гр.) по сравнению с I группой. Указанные нарушения являются одним из наиболее ранних признаков имеющегося некроза миокарда и приводят к глубочайшему сдвигу энергообеспечения всех функций клетки в условиях развивающейся тканевой гипоксии.

Применение КВЧ-терапии привело к нормализации компонентов нуклеотидного пула уже к IO-ому дню лечения (повышение концентраций АТФ, АДФ, снижение содержания АМФ, рост энергетического заряда). Подобная нормализация является следствием усиления аэробных путей утилизации глюкозы клеткой, о чем свидетельствуют эксперименты по определению активностей Г-6- ф ДГ, СДГ и МДГ. Первоначальное снижение активностей указанных ферментов, наиболее выраженное у больных инфарктом миокарда, сменяется их повышением под воздействием КВЧ-терапии (по сравнению с больными III группы), начиная с 5-го дня лечения и достигает максимума в период рубцовой фазы. Одновременный резкий подъем активности ЛДГ, характерный для инфаркта миокарда, указывает на усиление аноаэробного пути утилизации глюкозы, недостаточное, однако, для полноценного снабжения

клетки энергетическим сырьем. Лечебный эффект КВЧ в данном случае проявляется, начиная с 5-го дня применения, и нормализует активность ЛДГ в период рубцовой фазы заболевания.

Изучение фосфолипидного спектра мембран и мембраннозависимых ферментов, участвующих в транспортных процессах, выявило количественное изменение фракцией ФЛ спектра, а именно: увеличение концентраций фосфотидилхолина (ФХ), фосфотидилсерина (ФС) и фосфотидилэтаноламина (ФЗ) на фоне снижения содержания фосфатидной кислоты (ФК) и сфингомиелина (СМ) уже в I-ые сутки заболевания. Указанная тенденция сохранялась во все последующие сроки обследования.

Применение КВЧ-терапии приводило к нормализации содержания ФХ и ФС к IO-ому дню обследования, в период рубцовой фазы концентрация этих фракций вновь повышалась; содержание ФЭ и ФК наиболее значительно снижалось в период рубцовой фазы, концентрация СМ в этих условиях изменялась незначительно.

Анализируя результаты по изучению фосфолипидного спектра, можно констатировать следующее: снижение концентрации наиболее лабильных по отношению к окислению фракций - ФС и ФЭ - под воздействием КВЧ-терапии является благоприятным фактором в течении инфаркта миокарда, свидетельствующим об устойчивости мембран к процессам ПОЛ. Положительный эффект лечения КВЧ выявляет также тенденцию к нарастанию содержания СМ, наиболее устойчивой к окислению фракции.

В соответствии с анализируемыми данными находятся полученные нами результаты по изучению активности АХЭ у исследуемых категорий больных. Как известно, взаимодействие медиатора ацетилхолина с компонентами мембраны приводит к конформационным изменениям АХЭ и повышению мембранной проводимости для ионов. В тех участках мембраны, где чувствительность к ацетилхолину оптимальна, липидным компонентом ее является ФХ. ФХ и ацетилхолин близки по химическому строению, благодаря чему ацетилхолин конкурирует с ФХ за соединение с белком. Образование связи АХ с белком приводит к конформационным изменениям в белковой молекуле и повышению проницаемости для АХЭ. Полученные результаты свидетельствуют о снижении актив-

ности АХЭ, начиная с 5-го дня применения КВЧ-терапии, что сопровождается одновременным подъемом концентрации ФХ и полностью соответствует изложенной выше концепции.

Липидное микроокружение является одним из факторов, определяющим активность мембраннозависимых ферментов, участвующих в процессах транспорта катионов - транспортных АТФ-аз.

Согласно полученным данным, увеличение активности $Na^{\pm}$, K^{+}- АТФ-азы у больных с сердечно-сосудистой патологией, наиболее выраженное при ИБС (по сравнению с инфарктом миокарда), отмечается уже в I-ые сутки заболевания. Нормализующее действие КВЧ-терапии проявляется лишь в период рубцовой фазы. Аналогичным образом изменяется и активность Ca^{2+} - АТФ-азы. Подъем ее до лечения, особенно выраженный у больных ИБС, как и в предыдущем случае, купируется воздействием КВЧ только в период рубцовой фазы.

Суммируя данные исследований активностей АХЭ и транспортных АТФ-аз, следует отметить тесную корреляцию в работе этих ферментов. Как известно, ацетилхолин повышает проницаемость клеточных мембран для ионов Na^{+} и K^{+}. Последнее является результатом повышения активности соответствующей АТФ-азы, что и наблюдалось в наших экспериментах. Аналогична зависимость между активностями АХЭ и Ca^{2+} - АТФ-азы, что объясняется стимуляцией ионами Ca^{2+} - секреции ацетилхолина.

В прямой зависимости от структурно-функциональных свойств клеточных мембран находится состояние их антиоксидантной защиты. Снижение концентрации МДА прослеживается на всем протяжении заболевания инфарктом миокарда как до, так и после лечения (по сравнению с I-ой контрольной группой). Что касается действия антиоксидантных систем мембран (СОД, каталазы, перексидазы), то установлено резкое снижение активности СОД при ИБС и инфаркте миокарда в I-ые сутки заболевания, что является следствием нарушения структуры эритроцитарных мембран. Лечение КВЧ способствует повышению активности СОД, начиная с 5-го дня заболевания. Снижение активности СОД в рубцовой фазе, возможно, связано с процессами репарации мембран и вытекающим отсюда угнетением в них скорости свободнорадикального окисления.

Активность каталазы, резко возрастающая у больных инфарктом миокарда и особенно ИБС с I-х суток заболевания, остается в контрольных группах достаточно высокой на протяжении всего срока обследования. Лишь использование КВЧ-терапии нормализует ее в стадии рубцевания.

Данные, полученные при определении пероксидазной активности, характеризуют ее резкий подъем у больных второй и еще более третьей контрольных групп, наиболее выраженный в I-ые - 5-ые сутки лечения. Применение КВЧ в качестве лечебного фактора еще более усиливало активность фермента.

Анализ данных по состоянию антиоксидантной защиты у исследуемой категории больных позволил выявить подавление активности СОД при инфаркте миокарда, компенсируемое, однако, ростом активностей каталазы и перексидазы (начиная с I-ых суток заболевания), следствием чего является снижение концентрации МДА. Сказанное согласуется с состоянием ФЛ спектра мембран, а именно, с некоторым увеличением содержания сфингомиелиновой фракции, препятствующей интенсификации ПОЛ.

Использование КВЧ-терапии при лечении инфаркта миокарда, приводящее к подъему активностей СОД и пероксидазы на фоне некоторого угнетения каталазной активности и концентрации МДА (рубцовая фаза), коррелирующее с нарастанием СМ, можно трактовать как благоприятный критерий усиления процессов детоксикации в организме больного, в частности, метаболитов, образующихся при распаде липидного бислоя мембран. Что касается больных пятой группы, то при их обследовании в ряде случаев также выявлен эффект, подобный таковому при использовании КВЧ-терапии, не достигающий, однако, интенсивности последнего.

Итак, в результате наших исследований установлен ряд следующих факторов, указывающих на нормализующее действие КВЧ-терапии на ряд биохимических процессов в организме больных инфарктом миокарда:

I. Превалирование аэробных процессов окисления глюкозы над анаэробными;

2. Нормализация нуклеотидного пула эритроцитов;

3. Повышение процессов транспорта ионов через мембраны (рост активностей транспортных АТФ-аз);

4. Нормализация соотношения фосфолипидных фракций липидного спектра мембран и активности АХЭ;

5. Усиление процессов антиоксидантной защиты мембран от ПОЛ.

Из комплекса впервые предложенных нами тестов для контроля за действием КВЧ-терапии считаем целесообразным рекомендовать в качестве наиболее чувствительного теста, определяющего ответную реакцию организма на воздействие КВЧ-терапии, - изучение фосфолипидного спектра эритроцитарных мембран. Длительность воздействия КВЧ предлагаем ограничить 10-ю днями, в течение которых оно оптимально.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Транспортные аденозинтрансфосфатазы. Под ред.канд.биол.наук А.А.Болдырева. Изд-во МГУ, 1977.
2. Э.А.Федотов, В.И.Рубин. "Липидный состав транспортной аденозинтрифосфатазы мембран эритроцитов и методы их исследований в клинике". Методические рекоментации. Саратов, 1986 г.
3. З.Б.Токарская, Н.Д.Окладная, А.Р.Сурина. "Оценка результатов исследования ферментов сыворотки крови при различных формах инфаркта миокарда". Журнал "Кардиология", 1983, т.23, № 7, с.64-69.
4. С.Н.Ефунин, В.А.Шпектор. "Гипоксические состояния и их классификация", журнал "Анастезиология и реаниматология", 1981 г., № 2, с.3-13.
5. С.Н.Суплатов, Э.Н.Баркова "Суточные и сезонные ритмы перекисей липидов и активности СОД в эритроцитах у больных Крайнего Севера". Журнал "Лабораторное дело", 1986 г., № 8, с.459-463.
6. Н.Б.Захарова, В.И.Рубин "Тонкослойная хроматография нуклеотидов эритроцитов на пластинках силуфол". Журнал "Лабораторное дело", 1980 г., № 12, с.735-738.
7. В.И.Рубин, Н.Б.Захарова "Обмен адениловых нуклеотидов и методы его исследований". Методическое пособие, Саратов, 1983.
8. И.А.Рыбачук, В.И.Динисюк "Фосфорно-энергетический обмен и окислительно-восстановительные процессы у больных атеросклерозом коронарных артерий". Журнал "Врачебное дело", 1977 г., № 2, с.17-19.

CHANGES OF BIOCHEMICAL TESTS IN PATIENTS WITH MYOCARDIAL INFARCTION UNDERGOING SHORT-WAVE THERAPY

Rubin V.I., Melnikova G.Ya.
Saratov, 410710, ul.20 let VLKSM, 112
Saratov State Medical Institute

The work studies the therapeutic effect of short-wave irradiation on some cardinal metabolic processes, disturbed by myocardial infarction. Nucleotide pool, energetic charge of erythrocytes, activity of LDG, MDG, G-6-pDG, SDG, transport ATP-ases, AChE, peroxidase, katalase, SOD contents and phospholipid spectre of erythrocyte membrane were investigated in dynamics in 5 groups of patients(three control groips and 2 experimetal ones).

Short-wave therapy was stated to have a normalizing effect on some biochemical processes in patients with myocardial infarction, the effect being expressed by prevalence of aerobic processes of glucose oxydation over anaerobic processes, by normalization of nucleotide pool of erythrocytes, by increase of ion transport through membranes and antioxydant defence of membranes against POL, as well as by normalization of correlation of phospholipid fractions of membranes and AChE activity.

ИММУНОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ММ ВОЛН С ИММУНОКОМПЕТЕНТНЫМИ КЛЕТКАМИ

Хаит О.В., Запорожан В.Н., Реброва Т.Б., Бубнов В.В., Дерполов И.Г.
Международный научно-медицинский центр здоровья семьи,
270039, г.Одесса, ул.Свердлова, I34

Реферат: Показано, что облучение лимфоцитов ЭМИ КВЧ мм-диапазона в условиях in vitro нормализовало функциональную активность лимфоцитов при сниженной исходной активности ($p < 0,05$) лимфоцитов и не оказывало действия при нормальных исходных показателях. ЭМИ КВЧ потенцировало активирующее действие субмитогенных доз ФГА при нормальных и сниженных исходных показателях в реакции торможения миграции лейкоцитов.

ЭМИ КВЧ при облучении in vitro не влияло на процессы дифференцировки лимфоцитов по реакции розеткообразования. Воздействие мм волн на функциональную активность нейтрофилов сопровождалось выраженной тенденцией к активации фагоцитоза и NST-теста. Облучение лимфоцитов ЭМИ КВЧ мм-диапазона при длине волны 7,I мм повышало экто-АТФ-азную активность ($p = 0,0I$) лимфоцитов, а при длине волны 5,6 мм отмечалась тенденция к снижению АТФ-азной активности. Повышение АТФ-азной активности в лимфоцитах в ответ на воздействие мм волн с длиной 7,I мм коррелирует с изменением функциональной активности лимфоцитов.

Делается вывод, что мм волны самостоятельно не активируют лимфоциты, а потенцируют уже имеющие место механизмы активации лимфоцитов.

Результаты и обсуждение: В эксперименте с изолированными лимфоцитами человека изучалось влияние ЭМИ КВЧ (установка ЯВЬ-I и ЯВЬ-6, длина волны 5,6 и 7,I, плотность излучения I0 мВт/см, рупор 2 x I см) на их суммарную АТФ-азную активность, функциональную активность лимфоцитов и нейтрофилов и реакцию розеткообразования. Использовали лимфоциты, выделенные от больных гиперпластическими процессами эндометрия и миомами матки. После облучения в течение I часа суспензия клеток инкубировалась в изотонической деполяризующей среде (I4 мМ NaCl, I50 мМ KCl, pH-7,4, содержащей АТР-трис - 2 мМ, $MgSO_4$ - 2 мМ, глюкозу HEPES-ТРИС буфер 20 мМ). Сум-

марная АТФ-азная активность оценивалась по скорости прироста неорганического фосфата в среде инкубирования. Определение рН производилось по методу Фисне Суббарой. Влияние ЭМИ КВЧ на функциональную активность лимфоцитов изучалось в реакции торможения миграции лейкоцитов (РТМЛ). Облучение проводили в планшетах с цилиндрическими лунками в течение I часа, затем ставили реакцию обычным капиллярным методом. NST-тест, фагоцитарную активность нейтрофилов и реакцию розеткообразования проводили стандартными методами после предварительного облучения клеток ЭМИ КВЧ в том же режиме.

Облучение ЭМИ КВЧ с длиной волны 5,6 и 7,I мм изолированных лимфоцитов в условиях in vitro не сопровождалось изменением содержания $T_{об}$, T_{μ} и T_{γ} субпопуляций лимфоцитов и не влияло на рецепторную активность лимфоцитов, определяемую количеством эритроцитов, прикрепившихся к одному лимфоциту в реакции розеткообразования.

Взаимодействие мм волн с иммунокомпетентными клетками в условиях in vitro способствовало нормализации функциональной активности лимфоцитов, определяемой в тесте РТМЛ. Так, воздействие ЭМИ КВЧ с длиной волны 7,I мм достоверно повышало процент торможения РТМЛ ($p < 0{,}005$) во всех случаях при сниженных исходных показателях. Если исходные значения РТМЛ находились в пределах нормы (40 - 70%), то воздействие мм волн не сопровождалось достоверной ответной реакцией со стороны лейкоцитов. Предварительное преинкубирование лимфоцитов с ФГА в субактивационных дозах (I, 0,5, 0,I, 0,05 мкг/мл) с последующим облучением ЭМИ КВЧ с длиной волны 7,I мм приводило к усилению торможения миграции лейкоцитов до 60-70% даже в тех случаях, когда ответ на ФГА был ниже 5-I0% (р 0,05). Такая же закономерность наблюдалась и при нормальных исходных значениях РТМЛ в отличие от действия ЭМИ КВЧ без применения ФГА. Таким образом, ЭМИ КВЧ мм-диапазона с длиной волны 7,I мм способствует усилению ответа активированных действием неспецифического митогена лимфоцитов, повышая синтез и секрецию факторов, угнетающих миграцию лейкоцитов in vitro. По-видимому, этот же механизм лежит и в основе действия ЭМИ КВЧ (без ФГА) при сниженной исходной активности лимфоцитов, имеющей место у больных со вторичным иммунодефицитом, вызванным гиперпластическими процессами эндометрия и миомами мат-

ки. ММ волны потенцируют уже в условиях in vitro те специфические процессы активации лимфоцитов, которые были инициированы центральными и клеточными механизмами ауторегуляции иммунного ответа in vivo . С этой же позиции можно объяснить и отсутствие эффекта при воздействии ЭМИ КВЧ на "покоящиеся" лимфоциты при нормальной исходной функциональной активности лимфоцитов.

Облучение клеток ЭМИ КВЧ с длиной волны 5,6 мм сопровождалось вариабеальностью ответа - от полного отсутствия реакции со стороны лимфоцитов до достоверного увеличения РТМЛ. Действие мм волн с длиной волны 7,I мм на функциональную активность нейтрофилов сопровождалось выраженной тенденцией к увеличению показателей фагоцитоза и NST -теста.

Интерес к изучению изменений АТФ-азной активности лимфоцитов не случаен. В связи с тем, что плазматические мембраны клеток практически непроницаемы для АТФ /I/, регистрируемая АТФ-азная активность в значительной мере в условиях проведенных экспериментов ассоциирована с активностью экто-АТФаз, располагающихся с наружной стороны плазматической мембраны лимфоцитов /2/. Хотя физиологическое значение экто-АТФаз в клетках остается во многом невыясненным /3/, тем не менее во многих работах есть подтверждения вовлеченности экто-АТФ-аз в процессы, изменяющие свойства поверхностных мембран, в частности у тимоцитов /4,5/ при их созревании. Поскольку эффекты ЭМИ КВЧ могут реализовываться на уровне клеточных мембран, изменяя их свойства, мы предположили, что возможным промежуточным звеном в этом процессе могут являться экто-АТФ-азы плазматических мембран.

Результаты исследований, проведенных нами, позволяют сделать вывод, что исходная АТФ-азная активность необлученных ИЛ с большой степенью достоверности ($p < 0,0I$) выше в первую фазу менструального цикла (МЦ), чем во вторую, что коррелирует с имеющимися данными литературы о некотором угнетении системы клеточного иммунитета во вторую фазу МЦ по сравнению с первой и сопряженным изменением АТФ-азной и функциональной активности лимфоцитов. Облучение ИЛ, выделенных из периферической крови пациентов в первую фазу МЦ, приводит к достоверному ($p = 0,0I$) увеличению АТФ-азной активности при воздействии ЭМИ КВЧ длиной волны 7,I мм и тенденции к незначительному снижению при длине волны 5,6 мм. Во вторую

фазу цикла эти тенденции сохраняются, однако в объеме всей выборки достоверность становится < 95%, т.е. можно говорить о "сглаживании" эффекта. После прохождения курса лечения у пациентов контрольные значения АТФ-азной активности ИЛ в I фазу МЦ не отличаются от таковых в период, предшествовавший курсу лечения, во вторую же фазу МЦ АТФ-азная активность ИЛ активность контроля (необлученных клеток) достоверно ($p < 0,05$) повышается по сравнению с теми же показателями 2 фазы до лечения и достигает уровня I фазы МЦ. Это позволяет высказать предположение о воздействии ЭМИ КВЧ на уровне организма на процессы, ответственные за угнетение клеточного иммунитета во вторую фазу МЦ.

Литература

I. Менлер Д. Биохимия, М., 1980, т.2.
2. Medrihradsky F., Cullen E.J., Lin H., Bole G.G.: Biochem. Pharmacol. 29, 1980, pp.2285-2290.
3. Hennighausen G., Lange P. Activity of ecto-ATP-ase in different populations of mouse and rat lymphocytes. Biomed. Biochim. Acta, 44 (1985), 7/8, 1269-1272.
4. De Pierre J.W., Karnovsky M.L. J.Biol.Chem., 249, 1974, pp.7111-7120.
5. Trams E.G., Lauter C.J. Biochim., biophys. Acta, 345, 1974, pp.108-187.

IMMUNOLOGICAL AND BIOCHEMICAL MECHANISMS OF INTERACTION OF MM WAVES WITH THE IMMUNE COMPETENT CELLS

Khait O.V., Zaporozhan V.N., Rebrova T.B., Bubnov V.V., Derpolov I.G.
International Medical Research Centre of Family Health
Sverdlova str., 134, Odessa, 270039, USSR

Summary: It was shown, that irradiation of lymphocyte's suspension by EM waves of mm band in vitro normalised the functional activity of lymphocytes with lowered initial activity and has no effect on the cells with normal initial parameters. Irradiation by EM mm waves was strengthening the activation effect of submitogenical doses of phitogemagglutinine in the cells both with normal and with lowered initial activity in the reaction of lymphocyte migration hampering.

In vitro EM mm waves were not affecting the processes of lymphocyte differentiation in reaction of rosette-formation. The influence of these waves at the functional activity of neutrophils was associated with the tendency to the significant increasing of phagocytosis and of NST-test. I'1 mm waves irradiation was increasing the ecto-ATP-ase activity of lymphocytes (p 0.01) and 5.6 mm waves exposed the reversed influence on ATP-ases. The activation of ATP-ases in response to 7.1 mm EM waves irradiation correlates with the changes of lymphocyte functional activity.

It is deducted that the effect of EM mm waves is not direct and is intermediated by the mechanisms of lymphocyte activation.

Motzkin, Shirley M.
Polytechnic University
Brooklyn, New York

LOW POWER CONTINUOUS WAVE MILLIMETER IRRADIATION FAILS TO PRODUCE BIOLOGICAL EFFECTS IN LIPID VESICLES, MAMMALIAN MUSCLE CELLS, AND E.COLI

Sharp frequency dependencies suggestive of resonance, at millimeter (mm) wavelengths, have been correlated with molecular and cellular activities. Smolyanskaya and Vilenskaya's experiments on colicin induction in E.Coli revealed marked stimulation of cell growth, and increased colicin synthesis by as much as 300% in a frequency dependent manner almost insensitive to power density.

In our labs, specimens were irradiated at discrete wavelengths between 40 and 60 GHz in log phase at power levels of 5, 0.5, and 0.05mW/cm^2. Analysis of pooled data from a large number of experiments failed to demonstrate frequency related colicin stimulation or inhibition. To determine the role of temperature, duration of exposure and the cell cycle phase, irradiations were also carried out at 20°C, for as long as 2 hours and at lag, log and stationary phases. Synergistic interaction of subthreshold mitomycin C was also examined. None of these combinations meaningfully affected the frequency specificity of colicin. Synchronization of the cell cycle to provide biological magnification and rigorous statistical analysis indicated that a conclusion of resonance was not defensible.

Although cell membranes have been implicated as the target of EMF

induced structural and functional alterations their complexity confounds our attempts to isolate interactive mechanisms. Simple well-defined models can be modified sequentially to more closely simulate natural membranes. Phosphatidylcholine vesicles with incorporated dipyrenyl propane, a fluidity sensing fluorescent molecule, were irradiated at frequencies between 50.90 to 52.17 GHz at power levels from 0.043 to 0.75 mW/cm^2. Continuous mm wave exposures did not alter the fluidity of irradiated liposomes. Cholesterol enriched vesicles also did not demonstrate significant alterations in excimer to monomer fluorescence ratio, indicating no structural alteration.

Presently, the effects of millimeter waves on excitable tissues are being studied. Rat flexor digitorum brevis muscles and cultured myoblasts with incorporated potential sensitive probes are exposed to continuous wave frequencies at 51.72 and 51.81 GHz at 5 m/Wcm^2 for 10 minutes intervals. Electrical and optical signals are being evaluated. Preliminary studies do not indicate any effects on resting potentials or on the frequency, amplitude, rise or decay time of miniature end plate potentials.

To date we have not observed any statistically significant alteration in E.Coli proliferation, colicin induction, membrane fluidity or variation in resting potentials or miniature end plate potentials. Available data do not conclusively define low level mm waves as a biological hazard.

РЕГЕНЕРАЦИЯ РОГОВОЙ ОБОЛОЧКИ ГЛАЗА И КОЖИ В УСЛОВИЯХ КВЧ-ТЕРАПИИ

В.А.Недзвецкий

Одесский Государственный лечебно-координационный центр КВЧ-терапии,ВНК "КВЧ" АН СССР
Одесса, 270074, ул.Малиновского,6I

Реферат. Локальное и опосредованное КВЧ-воздействие на роговую оболочку глаза и кожу выявило активизацию процессов физиологической и репаративной регенерации. Результаты позволяют сделать вывод о преимуществе централизованного опосредованного КВЧ-воздействия, как более эффективного.

Введение. Уже первые исследования по воздействию ММ-волн на различные организмы послужили научной и практической основой для использования их в лечебных целях. /Н.Д.Девятков, I989/. Актуальным вопросом остается выбор оптимальной стратегии лечения с помощью ММ-волн /Н.Д.Девятков, О.В.Бецкий, М.Б.Голант,I988/. Важнейшим элементом такой стратегии является рациональный выбор кожных зон для лечебного воздействия /И.В.Родштат,I989/ данным фактором внешней среды, корригирующим нарушенный гомеостаз организма с выработкой нового устойчивого состояния в этой среде /Л.Г.Гассанов, О.И. Писанко, В.И.Пясецкий, Ю.Н.Муськин,I99I/.

Влияние ММ-волн на физиологическую и репаративную регенерацию тканей изучалось при локальном и опосредованном воздействии на наружные покровы взрослых кроликов на частоте 53,53 ГГц.

Результаты и обсуждение. Локальное воздействие уже в течение I0 мин, вызывало рост количества делящихся митозом клеток: МИ /митотический индекс/ = I6 ± I при сохранении исходного уровня в необлучаемой роговице МИ=II±I /МИ контр= = II±I/. При воздействии в течение 30 мин. митотическая активность повышалась до МИ=25±2 в облучаемой роговице и до МИ=I5±I в необлучаемой. Воздействие продолжительностью 60 мин вызывало увеличение количества митозов до 53±3 и 26±2

в облученной и необлученной роговице соответственно. Наиболее выраженный эффект повышения митотической активности наблюдался при воздействии длительностью 100 мин., когда число делящихся клеток достигало 107±7 в облученном глазу и 40±3 в необлученном, против 11±1 в контроле.

Воздействие не приводило к возникновению патологических митозов.

Локальное воздействие на стандартно травмированную роговицу способствовало ее заживлению через 3±0,5 часа, тогда как в контроле восстановление целостности происходило за 8±0,5 часов.

Аналогичное воздействие на животных, помещенных в металлический заземленный экран с диафрагмой для облучаемого глаза, также вызывало ускорение заживления, однако эффект ускорения был ниже, чем в варианте открытого воздействия - 5,5±0,5 час.

Локальное воздействие на один глаз вызывало заживление и в неподвергавшемся воздействию глазу, где восстановление целостности отставало на 1 час.

Опосредованное централизованное воздействие на затылочную область вызывало одновременное заживление травм обоих глаз, сокращая время восстановления структур до 1,5±0,5 час.

Локальное воздействие на один из моделируемых дефектов кожи бедра способствовало его заживлению за 4,5 суток, в контроле - за 8,5 суток.

Опосредованное воздействие на затылочную область создавало условия для одновременного заживления дефектов обоих бедер в течение 3,5 суток.

Локальное воздействие на кожу травмированного бедра также способствовало ускоренному заживлению и дефектов роговиц обоих глаз 2±0,5 час.

Полученные результаты свидетельствуют о влиянии КВЧ-терапии на процессы физиологической и репаративной регенерации тканей как при прямом влиянии на зону деструкции, так и при непрямом, опосредованном воздействии. Эффект был выше при воздействии через кожный покров, значение которого во

взаимодействии волн и организма обширно и многообразно /И.В.Родштат,1988, О.В.Бецкий, С.А.Ильина,1989/ ввиду наличия в нем широкого арсенала биологически активных веществ, а также веществ, обладающих лечебными свойствами.

Литература

1. Девятков Н.Д. Возможности использования ЭМИ нетепловой интенсивности с целью предупреждения распространения процессов у больных меланомой кожи. В сб. Миллиметровые волны в медицине и биологии. М.1989, С.10-15.
2. Девятков Н.Д., Бецкий О.В., Голант М.Б. Использование когерентных волн в медицине и биологии. М.Знание, сер. Физика, № 11,1988, С.50-64.
3. Родштат И.В. Физиологически обоснованные варианты лечебного воздействия миллиметровых радиоволн на кожу человека. Миллиметровые волны в медицине и биологии. М.1989, С.72-82.
4. Гассанов Л.Г., Писанко О.И., Пясецкий В.И., Муськин Ю.Н. Экологофизические факторы как основа нового медицинского направления, Электронная промышленность, 1991, №3,С.64--66.
5. Бецкий О.В., Ильина С.А. Кожа и проблема взаимодействия миллиметровых волн с биологическими объектами. В сб. Миллиметровые волны в медицине и биологии, М.1989,С.230.

Nedzvedtski V.A.
The Odessa Medically-Coordinative Centre of EHF-therapy
270074, Odessa, Malinovskogo str., 6I

REGENERATION OF CORNEA OF EYE AND SKIN IN A CASE OF USING EHF-THERAPY

The influence of micromillimetric waves on phisiological and reparative regeneration of tissues had been investigated by local and non-direct effect on external covers of grown-up rabbits at a frequency of 53,53 GHz.

The local effect even during I0 min. caused the increase of quantity of divided lithisomes of cells: MI (mithotical index) = I6±I with reservation of initial level in unraied cornea MI=II±I (MIcontrol=II±I). If the effect is working during 30 min then mitothetical activity increased till MI=25±2 in raied cornea and till MI=I5±I in unraied one. The effect during 60 min increased the quantity of mitoses to 53±3 and 26±2 in raied and unraied cornea accordingly. The most expressive effect of increasing of mitothetic activity was achieved after I00 min of working, when the quantity of divided cells had reached I07±7 in raied eye and 40±3 in unraied (in comparison with II±I as control).

The effect did not lead to a rise of pathological mitoses.

The local effect on a cornea injured by standard way promoted to it's healing after 3±0,5 houres (the control restoration of cornea became after 8±0,5 houres).

Non-direct centralized effect on the back of a head caused the healing of both eyes simultaneously and the time of restoration of structures was reduced to I,5±o,5 houres.

The local effect on one of the modeled defect on the skin of a hip promoted healing during 4,5 days (control healing-during 8,5 days).

The results were recieved are the evidance of influence of EHF-therapy on processes of phisiological and reparative regeneration of tissues when the direct effect takes place on the destructive zone or non-direct effect is working.

The result was higher when the effect was made through the skin cover the role of which in interaction of waves and organism is wide and multiformed.

ЗАЩИТНЫЙ ЭФФЕКТ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО МИЛЛИМЕТРОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ ПРИ ЛЕТАЛЬНОЙ ГРИППОЗНОЙ ИНФЕКЦИИ

Л.В.Рыжкова, А.М.Старик, А.П.Волгарев,
С.В.Гальченко, А.Ю.Сазонов

ЛЭТИ им. В.И.Ульянова (Ленина), 197376 Ленинград, ул. проф. Попова, 5; ЛОЭП "Светлана", 194156 Ленинград, Светлановский пр., 2; ВНИИ гриппа, 197022 Ленинград, ул. проф. Попова, 15

Реферат. Зарегистрирован защитный эффект КВЧ-облучения при гриппозной инфекции. Обнаружен новый способ использования электромагнитного КВЧ-излучения в качестве метода профилактики. Выяснено, что профилактическое облучение здоровых животных эффективно при гриппозной инфекции и лучевой болезни.

Введение. Работы по расширению номенклатуры заболеваний, при которых оказывается эффективным использование низкоинтенсивного миллиметрового облучения, ведутся довольно планомерно, но для защиты от вирусных инфекций это облучение до сих пор не применялось. КВЧ-терапия, как практический метод лечения, по-видимому, оказывает свое действие на все компоненты гомеостатической системы макроорганизма. Обобщение литературных данных о действии КВЧ-облучения позволило сотрудникам ЛЭТИ провести опыт по комбинированному воздействию низкоинтенсивного ЭМП КВЧ и гамма-излучения в летальной дозе. При этом в одной из опытных групп удалось получить уменьшение смертности вдвое по сравнению с контролем (доза гамма-излучения 6,5 Грэй). Этот результат явился следствием применения длительного профилактического облучения миллиметровыми волнами здоровых животных [1]. Представляло интерес, насколько миллиметровое излучение, обеспечивающее защиту организма при различных заболеваниях, способствует повышению резистентности по отношению к вирусным инфекциям.

Методика и результаты. Проведение серий опытов показало, что при аппликации вируса гриппа А в смертельной дозе можно получить защитный эффект как при облучении здоровых животных до их заражения, так и при облучении уже зараженных животных.

Опыты проводились на белых беспородных мышах весом I2-20 гр. Животное мягко фиксировалось в положении сидя в прозрачной камере из оргстекла с регулируемой длиной. Рупорный излучатель подводился к камере снизу, через отверстие, соответствующее раскрыву рупора. Облучалась область грудины, включающая проекцию тимуса на кожную поверхность. Облучение проводилось с использованием генератора на диоде Ганна с высокой стабильностью частоты, позволяющий работать в режиме частотной модуляции (±I50 МГц относительно основной частоты 42,I9 ГГц) - разработка ЛОЭП "Светлана" УНТВ-02 и генератора Г4-I42. Использовались "терапевтические" частоты 42,I9 ГГц (с частотной модуляцией в полосе ±I50 МГц) и 53,57 ГГц (без модуляции). Плотность потока мощности I5-I7 мВт/см^2 в раскрыве рупора; длительность сеанса облучения 25 мин.

Для заражения использовался вирус гриппа А/Бетезда/I0/63 (Н2/N2). Заражение проводилось под легким эфирным наркозом. Вирус, содержащий I-I0 летальных мышиных доз вводился в носовые ходы в объеме 0,05 мл.

Режимы облучения различных опытных групп и данные по средней продолжительности жизни (СПЖ) в течение срока наблюдения (I4 дней) и количеству погибших животных (в процентах к их числу на момент заражения) представлены в таблице. Динамика гибели животных изображена на рисунке.

Выводы из полученных данных.

I. Во всех опытных группах был зарегистрирован положительный лечебно-профилактический эффект как по выживаемости, так и по средней продолжительности жизни в течение срока наблюдения.

2. Степень выраженности защитного эффекта зависит от методики облучения.

3. Наилучший эффект защиты при длительном профилактическом облучении здоровых животных до заражения (полная защита, смертность равна нулю).

4. Защитный эффект КВЧ-профилактики возрастает при увеличении длительности облучения от 7 до I7 дней.

5. Достаточно эффективно использование КВЧ облучения и в качестве терапевтического средства.

№ группы	Режим облучения	Длина волны λ, мм	Процент погибших животных, %	Средняя продолжительность жизни, дни
I	I4 дней после заражения вирусом (ЗВ)	7,I	42	8,3
2	I7 дней до ЗВ	7,I	0	I4,0
3	7 дней до ЗВ	7,I	36	8,6
4	7 дней до ЗВ + I4 дней после ЗВ	7,I	I7	II,I
5	7 дней до ЗВ + I4 дней после ЗВ	5,6	25	I0,I
Контроль	Контроль с заражением вирусом	-	70	7,6
Контроль, 4К	Контроль без заражения ("чистый контроль")	-	0	I4,0

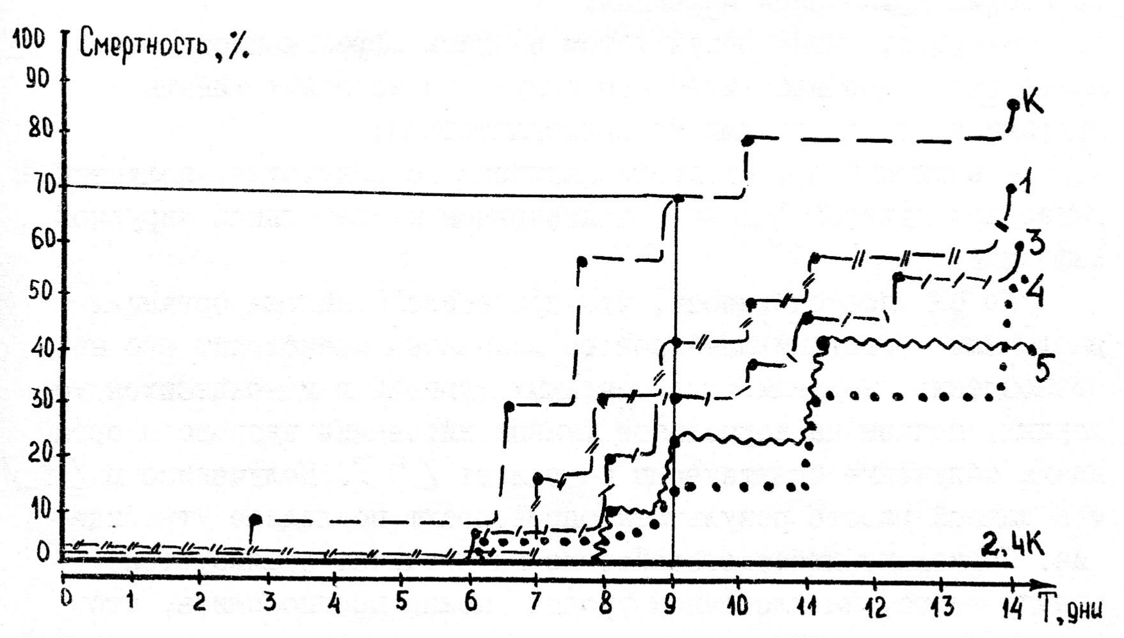


Рис.I. Динамика гибели животных

Эффект полной защиты был подтвержден в дополнительном опыте на большом количестве животных.

Наряду с экспериментальным исследованием воздействия КВЧ-облучения при летальной гриппозной инфекции на животных представлял интерес ретроспективный анализ гриппа и ОРВИ. С этой целью использована группа больных, проходящих облучение КВЧ по поводу язвенной болезни. Анализ проводился на базе МСЧ Адмиралтейского объединения. Курс КВЧ-терапии по времени совпал с предэпидемическим периодом по гриппу. Эпидемия гриппа была обусловлена в основном вирусом гриппа А (НЗ N2) и зарегистрирована с 25.12.90 г. по 11.02.91 г. Сравниваемые группы (получивших КВЧ-терапию и контрольная, не облучавшаяся) наблюдения сопоставимы по условиям труда, состоянию здоровья, возрасту. В результате обнаружено, что у лиц, прошедших КВЧ-облучение, заболеваемость гриппом и ОРЗ в период эпидемии была в 1,75 раза ниже, чем в контроле. Результаты ретроспективного анализа подтверждают эффективность профилактического КВЧ-облучения.

Обсуждение. Результаты проведенных исследований показывают:

- эффективность использования КВЧ ЭМП низкой интенсивности против гриппозной инфекции;
- существенным результатом явилась эффективность метода длительного профилактического облучения здоровых животных, другими исследователями не применявшегося;
- защитный эффект профилактического облучения, полученный ранее при лучевой болезни, подтвержден на летальной вирусной инфекции.

До сих пор считалось, что при воздействии на организм различных частот миллиметрового диапазона происходит его восстановление, нормализация основных функций в изменившихся условиях, причем на нормальное функционирование здорового организма облучение практически не влияет [2]. Полученные в [1] и в данной работе результаты опровергают последнее утверждение. Поскольку любое воздействие на организм реализуется, прежде всего, на клеточном уровне, можно предположить, что предварительное КВЧ-облучение является тем фактором, который усиливает процессы жизнедеятельности клеток, подготавливая

организм к последующему патологическому воздействию. Система гомеостаза макроорганизма работает в определенном интервале варьирования, что является физиологической нормой. Облучение низкоинтенсивным ЭМП КВЧ возможно повышает границы подобного варьирования до детерминированного максимума, что и лежит в основе зарегистрированного нами профилактического воздействия КВЧ-облучения при лучевой болезни и гриппе.

Литература

I. Ryzkova L.V., Galchenko S.V., Sazonov A.Yu., - "Combinative effect of mm-Range Electromagnetic Radiation and Gamma Radiation". Proc. 20-th Europ. Conf. "Microwave in Medicine", Budapest, 1990.

2. Бецкий О.В., Голант М.Б., Девятков Н.Д. - Миллиметровые волны в биологии. М., Знание, I988, I4 с.

THE PROTECTION EFFECT AGAINST LETHAL INFLUENZAL INFECTION UNDER LOW-INTENSITY MILLIMETER RANGE MICROWAVE RADIATION

L. V. Ryzhkova, A. M. Starik, A. P. Volgarev ,S. V. Galchenko, A. Yu. Sazonov

Electrical Engineering Institute, 5 Prof. Popov St., Leningrad, 197376, USSR

In the experiment the protection effect against lethal influenzal infection under low-intensity millimeter range microwave radiation has been recorded. In frequency modulation mode the "therapeutic" frequencies with various radiation techniques were employed.

The data obtained show that:

1. The positive medical-prophylactic effect on the animal survival rate, the average vitality length during the observation period has been registered.

2. The protection effect depends on the radiation techniques used.

3. The best protection effect was obtained at the long prophylactic radiation of sound animals (the complete protection and zero mortality).

4. The protection effect grows with radiation duration from 7 to 17 days.

5. The UHF- radiation application as a therapeutic tool is also effective.

Up to now it was considered that the millimeter range waves affecting an organism recover it , normalize the main functions at changing conditions, practically without any changes in a sound organism. The results obtained in [1] and in the given work refute the latter. Since any influence on organism is realized first of all on the cellular level one can assume that preliminary UHF-radiation is the factor intensifying cells vital activity processes preparing the organism for the subsequent pathological influence.

LOW LEVEL MM–WAVE BIOEFFECTS AND IT'S BIOMEDICAL IMPLI CATION

LI JIXI

Electromagnetic Field Engineering Dept.

Xidian University, Xi'an 710071, China

Abstract. Whether or what bioeffects can be induced by low level mm–wave irradiation and can low level mm–waves be used for medical purpose have been a subject of much controversy between investigators in USSR and west countries. The experiments conducted in our laboratory showed positive results supporting the Soviet colleagues. This paper describes a few results of some selected experiments which may be of importance in medical applications.

Introduction. A lot of therapeutical applications of low level mm–wave radiation have been reported by investigators in USSR, but few reports from west countries. In fact, these therapeutic devices have not been used even in USA till now. The problem that resulted in the present contrast may be the question of whether or what bioeffects can be induced by low level mm–wave irradiation, because the medical application of any physical factor should be based on the beneficial effects of it. In order to acertain if low level mm–wave irradiation could induce any nonthermal bioeffects, and supprted by NSFC, a temporary scientific research group was founded at Xidian University in cooperation with The Fourth Military Medical University in 1984 and a systimatic research program has been performing since then. A series experiments have been carried out and the clinical examinations are being conducted. Most experiments of our's showed positive results supporting the Soviet Colleagues. Described below are the abstracts of some experiments.

Results of some experiments. For searching the possible bioeffects of low level mm–waves, a series experiments have been carried out, including the effects on bone mar-

row cells and tumor cells using cultured cell suspension, the local and distant effects on intact animals and even on human beings. Three selected experiments are described briefly in the following.

1. The effects of mm–wave irradiation on skin ultrastructure in rats. After animals exposed to mm–wave field (36GHz,1mW / cm^2, 6mW / cm^2, 30min / dayx6), the skin ultrastructure was obs erved immediately, 24, 48 and 72h after treatment at 1mW / cm^2. While slight swelling of mitochondria of epidermal cells and dermal fibroblasts, the lysis of part desmosome of epidermalcells and the loose of intercellular junction occurred 24h after treatment at 6mW / $cm^2$and then disappeared at 48h.

2. The indirect bioeffects of mm–waves on Mice. One hundred and ten mice were locally underwent mm–wave irradiation (36.7GHz, 4mW / cm^2, 30min / day × 5), Nine kinds of tissues of all the animals were taken at certain time after irradiation for histological examination. Some changes were found in the bone marrow, testis and liver of all the mice tested, but neither significant elevation of rectal temperrature nor significant influsnce of local blockade in changes of these tissues.

3. Effects of mm–wave irradiation on bone marrow cells of mice injured by Gamma–Rays. Tweenty two hours after exposure to 304Rad of Gamma–rays, female mice were exposed to mm–wave field (36GHz, 3mW / $cm^2$30min / day × 5). It was found that the averaged amount of CFU–C formation for the groups exposed to both Gamma–rays and mm–waves was higher significantly than those groups exposed to Gamma–rays alone or neither Gamma–ray nor mm–wave.

Discussion. By summarizing and analyzing the results of the above experiments and other experiments of our's, it is found that low level mm–wave($<$ 10mW / cm^2) irradiation can produce some bioeffects which are not due to the elevation of temperature. The mechanism and the medical implication of these indirect effects need to be studied further. Our clinical examination showed that the research of therapeutic application of low level mm–waves is rather difficult, for example, how to detemine the frequencies, power levels and the irradiated points for various deseases. For developing this promising application of mm–waves and extending to the developing countries, international acadsmic exchange and cooperation are needed.

СТИМУЛИРУЮЩЕЕ ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА НЕТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ НА ОРГАНОТИПИЧЕСКИЕ КУЛЬТУРЫ СПИНАЛЬНЫХ ГАНГЛИЕВ КУРИНЫХ ЭМБРИОНОВ

Авелев В.Д., Акоев Г.Н., Чалисова Н.И., Людыно М.И.
Институт физиологии им.И.П.Павлова АН СССР. Ленинград, 199034, наб. Макарова, 6

Реферат. Исследовалось влияние электромагнитного излучения крайне высоких частот (ЭМИ КВЧ) на характер развития органотипических культур спинальных ганглиев 9-10-дневных куриных эмбрионов.

Использовалось ЭМИ с длиной волны 5,6 мм и значениями плотности потока мощности < 1 мВт/см^2, 4 мВт/см^2, >100 мВт/см^2.

Выявлено стимулирующее действие ЭМИ КВЧ с плотностью потока мощности 4 мВт/см^2 в отношении культур спинальных ганглиев, выраженное в усилении роста нейритов чувствительных нейронов и пролиферации периферической глии.

Обсуждается возможность использования стимулирующего эффекта ЭМИ КВЧ в медицинской практике для усиления регенерации при патологии и травмах периферической нервной системы.

Введение. В настоящее время электромагнитное излучение (ЭМИ) ММ диапазона, обладающее биостимулирующим действием, все шире применяется в клиниках для лечения различных заболеваний [1,2,3]. Для более углубленного понимания закономерностей и условий воздействия ЭМИ на биологические ткани важно знание реакций на него отдельных клеток [4, 5]. Особый интерес представляет изучение возможностей применения ЭМИ КВЧ для стимуляции регенеративных процессов нервных клеток, поскольку проблема регенерации нервной системы чрезвычайно важна для решения вопросов практической медицины. Целью настоящей работы явилось изучение влияния ЭМИ КВЧ на характер развития органотипических культур нервной ткани спинальных ганглиев 9-10-дневных куриных эмбрионов.

Результаты и обсуждение. Было исследовано 193 органотипических эксплантата спинальных ганглиев, культивируемых в течение 5 суток при температуре 36,8°C. Облучение проводилось

с помощью генератора Г4-141 по волноводному тракту ВП-12 через рупор с раскрывом 1,7х2,1 см^2 в течение 10 минут. Для культивирования применялся метод летающих стекол, когда эксплантаты прикрепляются к покровным стеклам с коллагеновой подложкой, помещенным внутри вращающихся пробирок [6]. Эксплантаты подверглись облучению сразу после прикрепления к подложке. Половина исследуемых эксплантатов подвергалась повторному облучению КВЧ на третьи сутки культивирования в течение 10 минут. Контрольными являлись ганглии, не подвергавшиеся облучению. Рост нервных элементов в культуре ткани исследовался прижизненно с помощью фазово-контрастного микроскопа, а также на гистологических препаратах, окрашенных гематоксилином. Интенсивность роста эксплантатов оценивали по величине его индекса площади (ИП), который рассчитывается как отношение площади всего эксплантата с зоной роста к исходной площади ганглия. Статистическая обработка производилась с использованием t-критерия Стьюдента.

В ходе эксперимента обнаружено ярко выраженное стимулирующее действие ЭМИ КВЧ с длиной волны 5,6 мм и плотностью потока мощности 4 мВт/см^2 на рост нейритов сенсорных нейронов и пролиферацию глиальных клеток в органотипической культуре спинальных ганглиев 9-10-дневных куриных эмбрионов. Усиление ростовых процессов в облученных культурах по сравнению с контрольными отмечалось уже на третьи сутки культивирования. Зона роста увеличивалась за счет выселяющихся в радиальном направлении от центра глиальных клеток и регенерирующих отростков нейронов. ЭМИ с плотностью потока мощности <1 мВт/см^2 не оказывало влияния на рост нейритов. ЭМИ с плотностью потока мощности >100 мВт/см^2 оказывало угнетающее действие на рост нейритов.

Полученные данные представлены в таблице:

Средний ИП эксплантатов при однократном и двукратном облучении ЭМИ КВЧ

Плотность потока мощности	Число исследованных эксплантатов	Число облучений	Средний ИП на пятые сутки культивирования
4 мВт/см^2	40	I	9,4 ± I,I
	32	2	I4,3 ± 3,4
	3I	контроль	6,I ± 0,8
< I мВт/см^2	II	I	5,9 ± 0,3
	9	2	6,9 ± 0,3
	5	контроль	6,I ± 0,4
>I00 мВт/см^2	25	I	3,2 ± 0,5
	25	2	3,9 ± 0,7
	I5	контроль	5,9 ± 0,2

Статистические расчеты позволили выявить достоверные ($P \leq 0{,}0I$) различия оцениваемых ИП при воздействии ЭМИ со значениями плотности потока мощности 4 мВт/см^2 и > I00 мВт/см^2. В первом случае отмечено стимулирующее влияние ЭМИ КВЧ. При этом ИП увеличивался в среднем в I,5 раза при однократном облучении и в 2,3 раза при двукратном по сравнению с ИП контрольных эксплантатов. Во втором случае, при воздействии ЭМИ с плотностью потока мощности > I00 мВт/см^2 отмечено угнетающее действие ЭМИ. При этом величина среднего ИП облученных эксплантатов была в I,8 раза ниже при однократном облучении и в I,5 раза ниже при двукратном облучении по сравнению с контрольным значением ИП.

Итак, количественная оценка влияния ЭМИ КВЧ на культуры спинальных ганглиев 9-I0-дневных куриных эмбрионов показала, что экзогенный фактор - ЭМИ КВЧ - обладает нейроростовой активностью, выраженной при значениях плотности потока мощности, близких к 4 мВт/см^2 (рис.I). Установлено также, что степень эффекта облучения КВЧ зависит от числа последовательных воздействий. Эффект выражен сильнее при двукратном облучении, чем при однократном. Стимулирующими свойствами обладает лишь ЭМИ с определенными значениями плотности потока мощности нетеплового диапазона. Полученные данные свидетельствуют о на-

личии двух факторов, оказывающих противоположное воздействие на нейроростовую активность культуры спинальных ганглиев - усиливающее рост нейритов и тормозящее их при облучении ЭМИ КВЧ нетепловой мощности. Эти данные согласуются с исследованиями восприятия ЭМИ сенсорными рецепторами позвоночных [7], в которых показано возбуждающее и тормозящее действие ЭМИ КВЧ и показано, что возбуждающее действие обусловлено электромагнитным полем, а торможение связано с тепловым нагревом тканей [7]. На основании этих же данных мы использовали длительность сеанса облучения 10 мин., поскольку показано, что сенсорные рецепторы в течение этого времени адаптируются к непрерывному облучению. Полученные на культуре ткани данные подтвердили оптимальность этого режима облучения. Сеанс длительностью 10 мин. является минимальным временем облучения, который может быть рекомендован для клинической практики.

Установление эффектов стимуляции роста и пролиферации клеток в условиях культивирования нервной ткани при облучении ЭМИ важно с точки зрения поиска механизмов стимуляции нейроростовых процессов. Можно предположить, что ЭМИ, воздействуя на белковые комплексы клеточных мембран, образующих рецепторы, может вызывать конформационные изменения белковых молекул, повышая чувствительность рецепторов к факторам роста, содержащимися в питательной среде в условиях культивирования. Обнаруженное нами свойство ЭМИ стимулировать рост нейритов чувствительных нейронов и пролиферацию клеток глиии в органотипической культуре спинальных ганглиев может использоваться для усиления регенерации в периферической нервной системе в условиях клиники. Это особенно актуально в настоящее время, когда методы неспецифической активационной терапии получают большое признание и распространение.

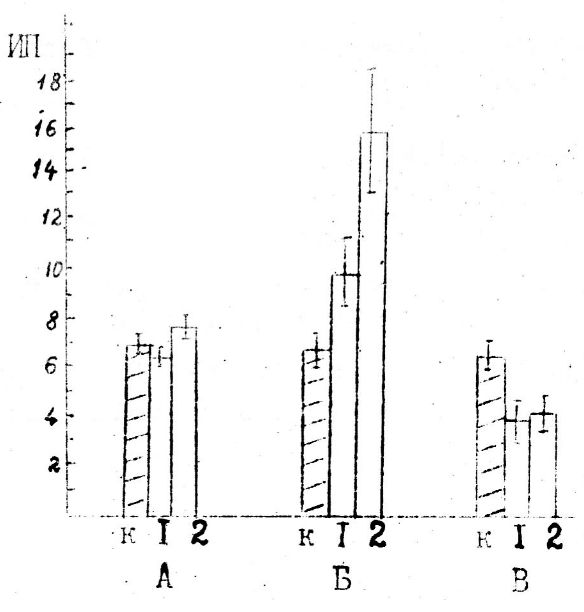


Рис.I. Изменение величины индекса площади (ИП) эксплантатов спинальных ганглиев 9-10-дневных куриных эмбрионов после облучения ЭМИ КВЧ
А – при значении плотности потока мощности < I мВт/см^2; Б – 4 мВт/см^2; В – > 100 мВт/см^2.
к – контроль; I – ИП эксплантатов после однократного облучения; 2 – ИП эксплантатов после двукратного облучения.

Литература

I. Применение миллиметрового излучения низкой интенсивности в биологии и медицине /Под ред.академика Н.Д.Девяткова.-М.: ИРЭ АН СССР – I985.
2. Медико-биологические аспекты миллиметрового излучения/Под ред.академика Н.Д.Девяткова.-М.: ИРЭ АН СССР.- I987.
3. Миллиметровые волны в биологии и медицине / Под ред.академика Н.Д.Девяткова.- М.: ИРЭ АН СССР.- I989.
4. Божанова Т.П., Брюхова А.К., Голант М.Б. и др. Медико-биологические аспекты миллиметрового излучения низкой интенсивности: Сб.- М.: ИРЭ АН СССР.- I987.- с.90-97.
5. Божанова Т.П., Брюхова А.К., Голант М.Б., Кичаев В.А. Миллиметровые волны в медицине и биологии: Сб.- М.: ИРЭ АН СССР.- I989.- с.205-207.
6. Руководство по культивированию нервной ткани. Методы. Техника. Проблемы./В.М.Буравлев, В.Н.Веприндев, И.В.Викторов и др.- М.: I976.- 392 с.
7. Акоев Г.Н., Авелев В.Д., Семеньков П.Г. Восприятие электромагнитного излучения миллиметрового диапазона электрорецепторами скатов: Тез. X Всесоюзного совещания по эволюционной физиологии. – Л.: Наука.- I990.-с.45.

Pavlov Institute of Physioligy of the Academy of Sciences of the USSR.Nab.Makarova 6, Leningrad 199034, USSR.
SUMMARY. The effect of Millimeter waves of Non-Thermal Intensiti (MWNTI) was investigated in 9-10-day chick embrio dorsal root ganglia in vitro. The MWNTI wave length was 5,6 mm, the power density <1 mVt/cm^2, 4 mVt/cm^2, >100 mVt/cm^2. MWNTI 4 mVt/cm^2 induced extensive neurite outgrowth and peripheral glia proliferation compared to the control one. The stimulating effect of MWNTI can be used in practical medicine for increasing of regeneration by pathology or trauma of peripherical nervous system.

КОРРЕКЦИЯ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ТОКСИЧЕСКОМ ПОРАЖЕНИИ ПЕЧЕНИ ПУТЕМ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВОЛНАМИ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

Я.И. Гонский, И.Н. Клищ, М.М. Корда
Тернопольский медицинский институт,
г. Тернополь, 282006, пл. Свободы, 6

Реферат. В эксперименте изучалось влияние микроволновой терапии (I4 сеансов длительностью 20 мин. каждый на область, соответствующую акупунктурной точке E_{40} аппаратом "ПОРОГ") на метаболические процессы при токсическом гепатите. Результаты исследования позволяют говорить о стабилизации под влиянием электромагнитных волн миллиметрового диапазона цитоплазматических мембран, что может быть следствием нормализации интенсивности процессов липидной пероксидации и улучшения функционального состояния антиоксидантной системы.

Введение. Одной из актуальных проблем современной гепатологии является поиск и разработка новых методов, способных нормализовать нарушения тонких метаболических процессов в гепатоцитах, возникающих вследствие действия на печень повреждающих факторов. Большинство исследователей считает, что ведущую роль в патогенезе токсического поражения печени играет дестабилизация структуры плазматических и цитоплазматических мембран печеночных клеток как следствие активации процессов липопероксидации на фоне угнетения системы антиоксидантной защиты (I,5). Теоретические и экспериментальные исследования последних лет, проведенные на молекулярном и клеточном уровне, а также на целостном организме значительно расширили научное понимание механизмов лечебного действия электромагнитных волн миллиметрового диапазона (4,8,I0,I3). В частности, появились сообщения о возможности коррекции при помощи микроволновой терапии (МВТ) окислительных процессов и антиоксидантной системы (АОС), нарушенных вследствие ряда заболеваний (8).

Учитывая вышеизложенное, мы поставили перед собой задачу

изучить влияние МВТ на факторы, определяющие функциональное состояние мембран гепатоцитов (перекисное окисление липидов, антиоксидантную систему, ферменты, характеризующие лизосомальные мембраны) при токсическом поражении печени.

Методы исследования. Токсическое поражение печени вызывали путем подкожного введения белым крысам тетрахлорметана в дозе 2 г/кг (7). Аппаратом "Порог" воздействовали на область, соответствующую акупунктурной точке E_{40}. Сеансы длительностью 20 мин проводились ежедневно на протяжение I4 дней. После последнего сеанса МВТ животных декапитировали. Для исследовани брали плазму крови и ткань печени. Интенсивность свободнорадикальных процессов определяли по накоплению гидроперекисей (3), состояние АОС - по уровню церулоплазмина, активности супероксиддисмутазы и пероксидазы (6, I5, I2), содержанию α-токоферола (I6)и суммарных фосфолипидов (9). О степени деструкции мембран лизосом судили по активности в плазме гидролитических ферментов - катепсинов Б и Д (2), кислой фосфатазы (6), фосфолипазы A_2 (I4).

Животных разделили на 3 группы: I - интактные; II - контрольные (CCI_4); III - животные, которых на фоне введения CCI_4 подвергали воздействию миллиметровыми волнами. Показатели, определенные в плазме и печени интактных животных принимали за норму (I00 %).

Результаты и обсуждение. Результаты, полученные нами, свидетельствуют о положительном влиянии МВТ. Так, уровень гидропере - кисей в плазме животных III группы снизился на 25 % ($P<0,05$), а в печени на 34 % ($P<0,05$) по сравнению с контролем (табл. I). Достоверно изменилась также активность антиоксидантных ферментов каталазы и пероксидазы, которые обезвреживают перекись водорода, блокируя тем самым цепь переокисления липидов ещё на стадии инициации. Активность каталазы в плазме снизилась по сравнению с контролем на 47 %, а в печени наблюдалось повышение активности фермента, хотя этот показатель был недостоверным. Пероксидазная активность в крови снизилась на I6 %, а в печени повысилась на II % ($P<0,05$). Достоверных изменений уровня церулоплазмина и активности каталазы нами не выявлено.

Таблица I.

Влияние МВТ на содержание гидроперекисей липидов и состояние некоторых компонентов АОС при токсическом гепатите (М+м); n = I0

Исследуемые показатели	Интактные	Контроль (CCI_4)	CCI_4+ МВТ
Плазма			
Гидроперекиси (ед./л)	0,76+0,02	I,49+0,04 *	I,I2+0,04 **
Каталаза (мкат/л)	0,I90+0,0I	0,240+0,04 *	0,I50+0,02 **
Пероксидаза (мг)	278,4+6,80	329,7+8,40 *	285,7+7,54 **
α-токоферол (мкМ/л)	23,36+0,98	I8,22+0,48 *	I9,80+0,60
Суммарные фосфолипиды (г/л)	I,70+ 0,03	I,20+0,09 *	I,4I+0,02 **
Печень			
Гидроперекиси (ед.кг)	4,20+0,I8	9,65+0,I9 *	6,37+0,I4 **
Каталаза (кат/кг)	7,82+0,02	5,32+0,07 *	5,40+0,08
Пероксидаза (мг)	I4I,2+ 4,0	89,8+2,42 *	I03,4+3,50 **
α-токоферол (мкМ/кг)	46,70+I,62	36,42+0,84 *	44,20+0,90 **
Суммарные фосфолипиды(г/кг)	6,42+0,43	7,2I+0,24	7,32+0,60

Примечание: * -изменения статистически достоверные ($P < 0,05$) по сравнению с показателями интактных животных; ** - изменения статистически достоверны по сравнению с показателями животных с токсическим гепатитом.

Известно, что продукты перекисного окисления липидов вызывают лабилизацию мембранных структур, их деструкцию, в т.ч. и

мембран лизосом, и обуславливают, таким образом, повышенный выход гидролитических ферментов в кровь. Это подтверждается и в наших экспериментах, о чем свидетельствует значительное повышение содержания катепсинов Д (до I90 %) и Б (до I60 %) в плазме животных II группы. Сеансы микроволновой терапии привели к достоверному снижению уровня катепсинов по отношению к контрольной группе животных (Д - на 33,4 %, Б - на 60 %).

Активность фосфолипазы A_2, расщепляющей фосфолипиды, повысилась в плазме контрольных животных до I62 %, а в леченных составляла I40 % (снижение статистически достоверно, $P<0,05$). Активность кислой фосфатазы существенно не изменялась. Интенсификация процессов перекисного окисления липидов, активация фосфолипазы A_2 обусловили снижение содержания суммарных фосфолипидов в плазме контрольной группы животных (на 29 % по сравнению с интактными). В плазме животных, которым проводилось лечение, содержание фосфолипидов достоверно повышалось и достигло 83 % от нормы.

Таким образом, положительное влияние микроволновой терапии при токсическом поражении печени проявляется снижением интенсивности свободнорадикальных процессов, активацией некоторых компонентов антиоксидантной системы, что способствует стабилизации плазматических и цитоплазматических мембран гепатоцитов, улучшению регенераторных процессов в пораженных структурах, нормализации обмена веществ, восстановлению нарушенных функций.

ЛИТЕРАТУРА

I. Блюгер А.Ф., Майоре А.Я. Проблема перекисного окисления липидов в гепатологии. - В кн.: Успехи гепатологии. - Рига, I978.- 7. - С. 22-54.

2. Васильев А.В., Капелевич Т.А., Тутельян В.А. Спектрофотометрические методы определения активности лизосомальных катепсинов А, Б, С,и Д. // Вопр. мед. химии. - I983, Т.XXIX, вып.3.- С. I27-I30.

3. Гаврилов В.Б., Мишкорудная М.И. Спектрофотометрическое определение содержания гидроперекисей липидов в плазме крови//Лаб.

дело. - 1983. - № 3. - С. 33-35.
4. Голант М.Б., Сотников О.С. // Медико-биологические аспекты применения миллиметрового излучения низкой интенсивности. - М., 1987. - С. 131-137.
5. Губский Ю.И. Коррекция химических поражений печени. - К.: Здоров'я, 1989. - 168 с.
6. Колб В.Г., Камышников В.С. Справочник по клинической химии.- Минск: Беларусь, 1982. - 311 с.
7. Левшин Б.И. Экспериментальная фармакотерапия препаратами селена и тиазолидина токсического повреждения печени: Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. - Харьков. - 1973. - 43 с.
8. Медико-биологические аспекты миллиметрового излучения низкой интенсивности / М.В. Пославский, Л.З. Балакирева, Н.М. Корочкин и др. // М., 1987. - С. 35-41.
9. Определение фосфолипидов по образованию гидрофобного комплекса с ферротиоцианатом аммония / А.А. Пентюк, В.И. Гуцол, О.А. Яковлева и др. // Лаб. дело. - 1987. - № 6. - С. 457-459.
10. О проблеме резонансного действия когерентных электромагнитных излучений миллиметрового дипазона волн на живые организмы / Голант М.Б. // Биофизика. - 1989. - Т.XXXIУ, вып.2. - С. 339-348.
11. Покровский А.А. Левачев А.А. Влияние ретинола и -токоферола на стабильность фосфатидил-холиновых комплексов мембран // Вопр. питания. - 1979. - № 5. - С. 26-29.
12. Попов Т., НейковскаЛ. Метод определения пероксидазной активности крови // Гигиена и санитария. - 1971. - № 10. - С. 89-91.
13. Скурихина Л.А. Лечебное применение электромагнитных миллиметровых волн нетепловой интенсивности - миллиметроволновая терапия // Вопр. курортологии. - 1988. - № 5. - С. 65-70.
14. Тужилин С.А., Салуэнья А.И. Метод определения фосфолипазы в сыворотке крови // Лаб. дело. - 1975. - № 6. - С. 334-335.
15. Чевари С., Чаба И. Роль супероксиддисмутазы в окислительных процессах клетки и метод определения ее в биологическом материале // Лаб. дело. - 1985. - № 11. - С. 678-681.

Y.I. GONSKY, I.N. KLYSHTSH, M.M. KORDA
Ternopol Medical Institute
Biological Chemistry Chair
pl. Svobody,6
Ternopol, Ukraine

CORRECTION OF METABOLIC DISTURBANCES IN EXPERIMENTAL TOXIC HEPATITIS BY MILLIMETER RANGE WAVES

The investigation has been intented to study the effect of millimeter range electromagnetic waves on the condition of hepatocyte membranes in toxic damage of the liver.The toxic hepatitis has been induced in albino rats by subcutaneous injections of tetrachlorometane. The acupuncture E_{40} point has been influenced by "POROG" apparatus. Daily 20 min. procedures lasted for 2 weeks. Intensity of free radical processes and the condition of antioxidant system has been determined.Hydrolytic enzyme activity has been used as a criterion for the determination of the degree of lysosoma membrane destruction. The mikrowave therapy proved to have favourable effect.Statistically reliable decrease of hydroperoxide levels as well as the increase of catalase and peroxidase activity in the blood plasma and in the liver of experimental animals have been found.Reliable alternations of ceruloplasmin andsuperoxidedysmutase levels haven't been found. The decrease of both D and B cathepsins' levels as well as the reduction of A_2 phospholipase levels in the plasma of animals subjected to microwave therapy is the sign of lysosomal membranes' stabilization. Statistically reliable improvement of the values of total phospholipids in the plasma and the liver of experimental animals is another proof of the favourable effect of microwaves.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА НА ДИНАМИКУ ЗАЖИВЛЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИНФАРКТА МИОКАРДА У КРЫС

В.М.Павлюк, В.И.Ковалев

Кафедра терапии ФУВ (зав.-доц.Т.В.Головачева)
Саратовского медицинского института
Кафедра патологической анатомии лечебного факультета
(зав.-проф. А.В.Архангельский)

Саратов, 410033, ул.Гвардейская, 9, кв. 32

Реферат. Проводилось облучение крыс с экспериментальным инфарктом миокарда на волне 5,6 мм на область уха в течение 60 минут ежедневно до забоя животных. Полученные результаты позволяют считать, что воздействие ЭМИ миллиметрового диапазона способствует более быстрой стабилизации и нормализации электрофизиологических измерений, повышает активность регенераторных процессов, ускоряет формирование рубца в зоне некроза.

Введение. Многочисленные сообщения о способности электромагнитных излучений миллиметрового диапазона (ЭМИ) стимулировать репаративные процессы в тканях и повышать защитные реакции организма побудили нас исследовать влияние этих волн на течение острого инфаркта миокарда в эксперименте. В доступной литературе имеется сообщение Тонконоженко В.И. с соавторами (3) о влиянии ЭМИ на процессы рубцевания при экспериментальном инфаркте миокарда.

Результаты и обсуждение. Для изучения влияния ЭМИ миллиметрового диапазона на течение инфаркта миокарда нами проведено исследование на животных. Первоначально моделирование инфаркта миокарда осуществлялось путем введения кардиотоксических доз адреналина и питуитрина. Однако этот метод не позволял получить инфаркт миокарда стандартного размера. В связи с этим в нашей работе моделирование острого инфаркта миокарда проводилось по методике, предложенной Г.Селье. Эксперименты поставлены на 68 белых крысах-самцах в возрасте

2-4 месяца, массой I80-200 г. 40 животных после операции подверглись облучению, 28 крыс были контрольными. Всем животным снимались ЭКГ в I2 общепринятых стандартных отведениях на трехканальном электрокардиографе 3N-ЕК (ГДР). Для получения сравнимых электрокардиограмм регистрация ЭКГ в грудных отведениях проводилась при помощи разработанного нами приспособления с электродами, фиксированными в соответствии с расположением стандартных точек на грудной клетке. ЭКГ снималась до перевязки артерии и ежедневно после нее до забоя животного. Облучалось правое ухо животного на фиксированной длине волны 5,6 мм при мощности I0 мВт/см ^{2}. Рупор волновода вплотную приставлялся к уху. Первое облучение проводилось не ранее, чем через 30 минут после выхода животного из наркоза. Продолжительность сеанса облучения - 60 минут. Сердца крыс, забитых на 3, 7, I4 сутки, фиксировались в жидкости Карнуа с последующим заключением блоков в парафин. Гистологические срезы толщиной 5-6 мкм окрашивались по общепринятой методике и с применением гистохимии. Морфологические изменения в миокарде в области некроза оценивались по клеточному составу формирующегося рубца путем раздельного подсчета ПЯЛ, лимфоцитов, фибробластов и коллагеновых волокон с помощью стоточечной сетки Г.Г.Автандилова (I) в I0 полях зрения при увеличении: окуляр хI0 объектив-40 с последующим вычислением средней арифметической.

Острая недостаточность коронарного кровотока уже на ранних стадиях ее возникновения приводит к расстройству энергоснабжения сердца, что является ведущим фактором в повреждении миокарда. При этом развивается нарушение как синтеза, так и утилизации энергетических биосубстратов (АТФ). Возникают сло ные биохимические сдвиги, приводящие в конечном итоге к повреждению мембран и ферментов миокардиоцитов. Вслед, или одновременно с этими процессами, развивается дисбаланс ионов и жидкости. Дисбаланс ионов, в свою очередь, приводит к нарушению возбудимости, электромеханического сопряжения, процессов сокращения и расслабления миофибрилл, ритмогенеза сердца (2). Все это способствует возникновению, так называемой, электрической нестабильности миокарда, проявлением которой в раннем

периоде инфаркта миокарда являются различные нарушения проводимости и ритма сердца вплоть до фибрилляции желудочков. В наших наблюдениях уже в первую минуту после перевязки коронарной артерии наблюдалось повышение сегмента ST, одновременно происходило снижение зубца R, укорочение интервала PQ. Основной причиной гибели животных явилось развитие различных нарушений ритма; фибрилляция желудочков, пароксизмальная тахикардия, нарушение атриовентрикулярной проводимости. У выживших животных нарушений ритма и проводимости не наблюдалось. Из 68 оперированных крыс, гистологически инфаркт миокарда был выявлен у 48 животных. У 5 крыс инфаркт был трансмуральным, а у остальных 43 животных-субэпикардиальным. У 15 крыс наблюдался перикардит. В 5 сердцах никаких признаков некроза не обнаружено, хотя и имелись изменения на ЭКГ. Изменение ЭКГ по инфарктному типу у животных без гистологических признаков инфаркта, очевидно, можно объяснить изменением электрофизиологических свойств миокарда в ответ на подведение лигатуры под сосудистый пучок в момент операции и возникающим впоследствии перикардитом.

Изучение ЭКГ у необлученных крыс с различной длительностью инфаркта миокарда показало, что переход в подострую стадию инфаркта, для которой характерно смещение сегмента ST к изолинии за счет уменьшения зоны повреждения и формирование отрицательного зубца Т, происходило на 3-4 сутки, а иногда и позже. У животных, подвергавшихся облучению ЭМИ миллиметрового диапазона, отмечалась более быстрая типичная динамика показателей ЭКГ. Уже в первые сутки сегмент ST снижался к изолинии и формировался отрицательный зубец Т. У ряда животных на ЭКГ отмечалось уменьшение зубца Q и увеличение зубца R, что является свидетельством уменьшения зоны некроза. На вторые сутки практически у всех животных сегмент ST опускался до изолинии и формировался отрицательный зубец Т. Через 7-14 суток динамика ЭКГ-показателей свидетельствовала о более быстром восстановлении электрофизиологических функций миокарда у облученных животных. У них практически уже к 5-7 дню большинство случаев отмечалось исчезновение отрицательного зубца Т в информативных отведениях, в то время как у контрольных жи-

вотных, отрицательный зубец Т сохранялся до I4 суток. Морфометрическому исследованию было подвергнуто I6 сердец крыс, забитых на 3-е сутки после перевязки левой коронарной артерии (9 облученных и 7 контрольных). Достоверного различия в количестве ПЯЛ, лифоцитов и коллагеновых волокон у экспериментальных и контрольных животных к этому времени не обнаружено. Вместе с тем, наблюдалось достоверное повышение числа фибробластов в одном поле зрения у облученных крыс (33,2±2,4) по сравнению с контрольными (23,4±2,6) P< 0,05. Преобладание количества фибробластов в формирующемся рубце указывает на повышенную активность регенераторных процессов и ускорение процессов организации мертвой ткани. На 7-е сутки (5 облученных и 3 необлученных животных) сохранялась лишь тенденция к превалированию фибробластов у экспериментальных животных (38,6±8,3) в контроле (27,3±I,4) P> 0,05. Но к этому времени у опытных крыс наблюдалось превалирование в формирующимся рубце числа коллагеновых волокон (25,5±5,0) по сравнению с контрольными (I5,5±I,6) P<0,05, что свидетельствует об ускоренном формировании рубца под влиянием электромагнитного облучения. Различий в морфологической и морфометрической картине на I4-е сутки после возникновения инфаркта миокарда не отмечено.

Таким образом, полученные электрокардиографические и морфометрические данные, позволяют считать, что ЭМИ миллиметрового диапазона благоприятно воздействует на течение экспериментального инфаркта миокарда, способствует более быстрой стабилизации и нормализации электрофизиологических изменений, вызванных острой недостаточностью коронарного кровотока, ускоряет рубцевание участка некротизированного миокарда.

Литература

I. Автандилов Г.Г. Проблемы патогенеза и патологоанатомической диагностики болезней в аспектах морфометрии.-М., I984.
2. Ольбинская Л.И., Литвицкий П.Ф. Коронарная и миокардиальная недостаточность.-М., I986.
3. Тонконоженко В.И. и др. //Применение миллиметрового излучения низкой интенсивности в биологии и медицине: Тез. докл.-Москва, I985.

MILIMETRE RANGE ELECTROMAGNETIC VIBRATION INFLUENCE ON HEALING DYNAMICS OF EXPERIMENTAL MYOCARDIAL INFARCTION OF RATS

V.M.Pavljuk,V.I.Kovalev

Therapeutics Department (The Head is Reader T.V.Golovacheva)
Pathological Anatomy Department (The Head is Prof.A.V.Arhangelskij)
Saratov Institute of Medicine

Saratov,410033,Gvardejskaya St,9 Flat 32

The subject of the research was milimetre range electromagnetic emanation on changes in electrophysiological and histomorphological indices under experimental myocardial infarction (MI) among rats.MI was being modelled by slinging the front branch of the left coronary artery.Emanation was carried on in the ear during 60 min.(the wave length was 6,5 mm;the radiation power was 10 mmw.cm^{-2}).Electrocardiogram was registered in 12 standard leads.Morphometry of cellular composition was carried on in infarction zone.On the 5-7th day electrocardiogram data were normalised and by this time collagen fibres prevailed in the developing paunch.

Results received allow to consider that influence of electromagnetic emanation promotes faster stabilization and normalization of electrophysiological process, rises the activity of regeneration, accelerates the paunch developing in the necrozone.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА МАЛОЙ МОЩНОСТИ НА РЕГЕНЕРАЦИЮ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ НЕРВОВ

Л.И.Колосова, В.Д.Авелев, Г.Н.Акоев, О.В.Рябчикова
Институт физиологии им.И.П.Павлова АН СССР,
Ленинград, 199034, наб.Макарова 6.

Реферат. Исследовалось влияние ЭМИ КВЧ с длиной волны 5,6 мм и плотностью потока мощности 4 мВт/см^2 на регенерацию седалищного нерва крысы после перерезки и микрохирургического шва нерва. Установлено, что воздействие ЭМИ на кожную поверхность области операции стимулирует регенеративные процессы в нерве.Наблюдается ускорение роста нервных волокон и процессов их миелинизации.

Введение. Разработка методов стимуляции регенеративных процессов в нервной системе является важнейшей задачей в современной биологии и медицине. В последние годы появились исследования,в которых показано положительное влияние ЭМИ мм диапазона на регенеративные процессы в различных тканях и органах / 2,4 /.Цель настоящей работы состояла в изучении влияния ЭМИ на процессы регенерации периферических волокон.

Методика. Опыты проводились на 30 самцах крыс линии Вистар массой 200-250 г. Исследовалась регенерация седалищного нерва после перерезки нерва на уровне бедра и соединения его концов эпипериневральным микрохирургическим швом,использование которого приводит к успешной регенерации поврежденного нерва / 1 /. После операции животных разделили на две опытных и контрольную группы по 10 крыс в каждой.

Крыс опытных групп подвергали облучению кожной поверхности бедра в области шва или точки акупунктуры общего стимулирующего действия Жень-Чжун / 5 /. Сеансы воздействия проводили в течение двух недель через 3 дня по 10 минут с помощью генератора Г4-141 через металлический рупор с площадью раскрыва 1,7x2,1см^2. Использовали ЭМИ длиной волны 5,6 мм и плотностью потока мощности 4 мВт/см^2.

В работе использовался метод регистрации суммарного потенциала действия / СПД / проксимального участка регенерирующего нерва. Для этого на 20 день после операции седалищный нерв изолировали и помещали на специальную эбонитовую площадку с вмонтированными в нее электродами / рис. 1 /.

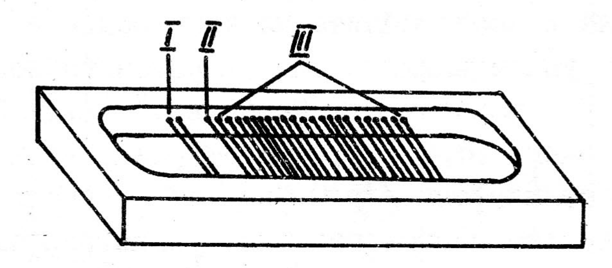


Рис. 1. Площадка для регистрации СПД седалищного нерва.
I – регистрирующие электроды,
II – индифферентный электрод,
III – раздражающие электроды / 1 – 10 пары /.

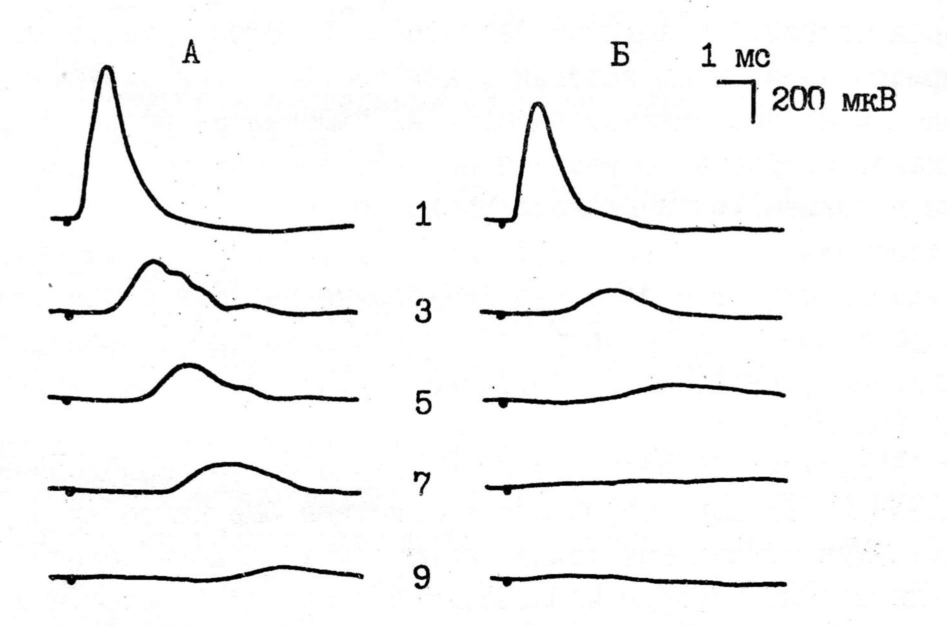


Рис. 2. Динамика СПД регенерирующего седалищного нерва при раздражении 1,3,5,7 и 9-ой парами электродов.
А – после облучения кожи в области операции,
Б – контроль.

Место шва располагали строго на уровне индифферентного электрода. Использование площадки позволяло в стандартных условиях регистрировать СПД и определять на каком расстоянии от места шва восстанавливалась проводимость нерва.

Результаты и их обсуждение. Регистрация СПД регенерирующего нерва в контроле и после облучения кожи бедра в области операции выявила стимулирующее влияние ЭМИ на регенерационный процесс в нерве / рис. 2 /. Проводимость нерва в условиях ЭМИ восстанавливалась на расстоянии 18,4 ± 0,4 мм от раздражающих электродов, что достоверно отличалось / $p<0,05$ / от контроля - 14,6 ± 1,3 мм / рис. 3,Б /. Анализ параметров СПД, регистрируемых на расстоянии 4 мм от шва показал, что проводимость нерва на этом участке восстанавливалась у всех исследуемых животных. При этом такие параметры СПД, как амплитуда и длительность в опыте / 303 ± 76 мкВ и 2,4 ± 0,3 мс / и в контроле / 378 ± 130 мкВ и 2,5 ± 0,3мс/ практически не отличались. Амплитуда СПД при неизменной длительности зависит от количества нервных волокон, участвующих в его формировании. Следовательно, количество регенерирующих нервных волокон на исследуемом участке не изменилось после облучения. Однако, скорость проведения по наиболее быстро проводимым нервным волокнам увеличивалось после облучения с 10,8 ± 1,0 м/с / контроль / до 15,2 ± 1,1 м/с / рис. 3,А /. Полученные данные свидетельствуют о том, что КВЧ-облучение кожи бедра стимулирует скорость роста регенерирующих нервных волокон, процессы их миелинизации, не влияя при этом на количество регенерирующих нервных волокон.

Следующая серия опытов проведена с целью исследования регенерации седалищного нерва после действия ЭМИ на точку акупунктуры Жень-Чжун. Указанная точка выбрана как область общебиологического действия, которую используют для снятия стрессорных и шоковых состояний, а также при болях в поясничной области / 5 /. Облучение указанной области не привело к заметным изменениям в процессах регенерации. Ни скорость проведения по регенерирующим нервным волокнам / 10,9 ± 1,0 м/с /, ни рост нервных волокон / 13,6 ± 1,4 мм / не отличались от контроля / рис. 3,АБв /.

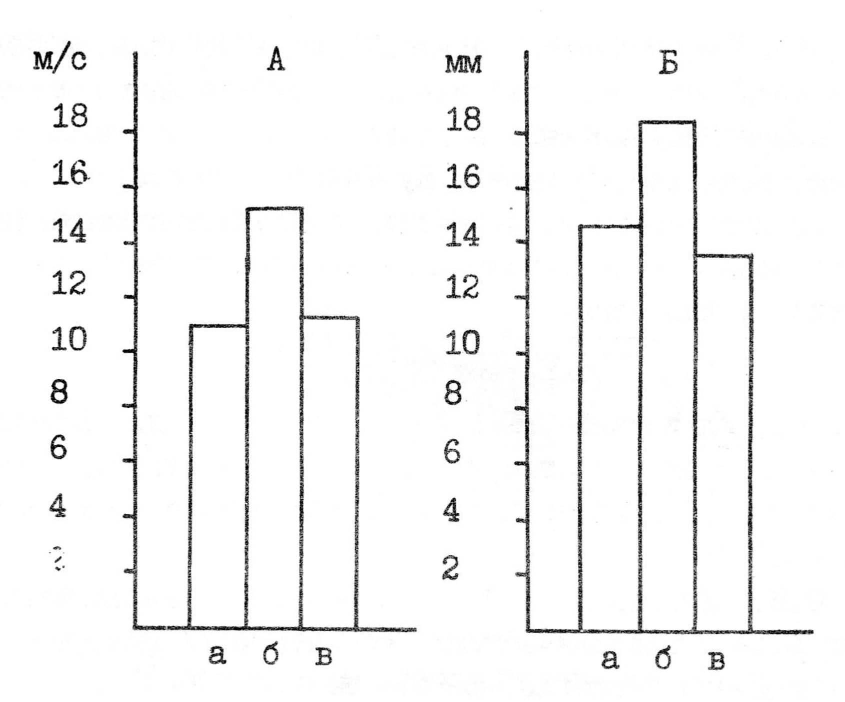


Рис. 3. Влияние ЭМИ на состояние регенерирующего седалищного нерва крысы
А – скорость проведения по регенерирующим нервным волокнам / м/с /,
Б – расстояние, на котором восстанавливалась проводимость нерва,
а – контроль,
б – облучение кожи в области операции,
в – облучение точки акупунктуры Жень-Чжун.

Итак, исследования КВЧ-облучения на регенерацию периферических нервов показало его стимулирующее влияние на процессы регенерации. Полученные результаты также подтвердили необходимость тщательного выбора кожных зон для лечебного воздействия. Поиск мишеней действия ЭМИ необходимо продолжить и прежде всего, это касается рефлексогенных полей или точек акупунктуры. Вопросы, связанные с возможным механизмом влияния облучения на регенеративные процессы в нервной системе остались за рамками данного исследования. Однако, анализируя литературу по действию мм-волн / 2,3,4 / можно сделать вывод о том, что это влияние складывает-

ся из различных компонентов: бактерицидное действие в области раневой поверхности, нормализация расстройств микроциркуляторного русла, иммуномодулирующее влияние, нейрогуморальные механизмы, включая, возможно, и выработку факторов роста.

Результаты настоящего исследования позволяют считать метод ЭМИ мм диапазона перспективным для лечения повреждений периферических нервов у человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акоев Г.Н., Ильинский О.Б., Колосова Л.И. и др. Влияние транскраниальной электростимуляции опиоидных структур мозга на регенерацию периферических нервов.// Нейрофизиология.-1990.- т.22, № 1.- С.76-79.

2. Бецкий О.В., Ильина С.А. Кожа и проблема взаимодействия миллиметровых волн с биологическими объектами.// Миллиметровые волны в медицине и биологии.-1989.- М. - С.296-302.

3. Голант М.Б. Подход к механизмам иммунологии с позиций радиоэлектроники.// Миллиметровые волны в медицине и биологии.-1989.- М. - С.55-71.

4. Девятков Н.Д. Возможность использования ЭМИ мм диапазона при лечении лазерных ран.// Миллиметровые волны в медицине и биологии.-1989.- М. - С.5-10.

5. Табеева Д.М. Руководство по иглорефлексотерапии. -1990.- М.

EFFECT OF MILLIMETER WAWES OF NON-THERMAL INTENSITY ON REGENERATION OF PERIPHERAL NERVES.

L.I.Kolosova, V.D.Avelev, G.N.Akoev, O.V.Ryabshikova.
I.P.Pavlov Institute of Physiology, Academy of Sciences of the USSR, Leningrad, 199034, Makarova 6.

Summary. Electromagnetic field of millimeter wawes was studied for its effect on the sciatic nerve of rat after transection and microsurgical restoration of the nerve. It was shown that electromagnetic radiation of the femoral skin accelerate regeneration of the nervous fibres.

ВЛИЯНИЕ ЭМИ КВЧ НА МЕМБРАНЫ НЕЙРОНОВ

Алексеев С.И., Кочеткова Н.В., Большаков М.А., Кузнецов А.Н., Бецкий О.В.

Институт биофизики клетки АН СССР, Пущино Московской обл., I42292
Временный научный коллектив "КВЧ", Москва, I2I002, ул. Вахтангова 4.

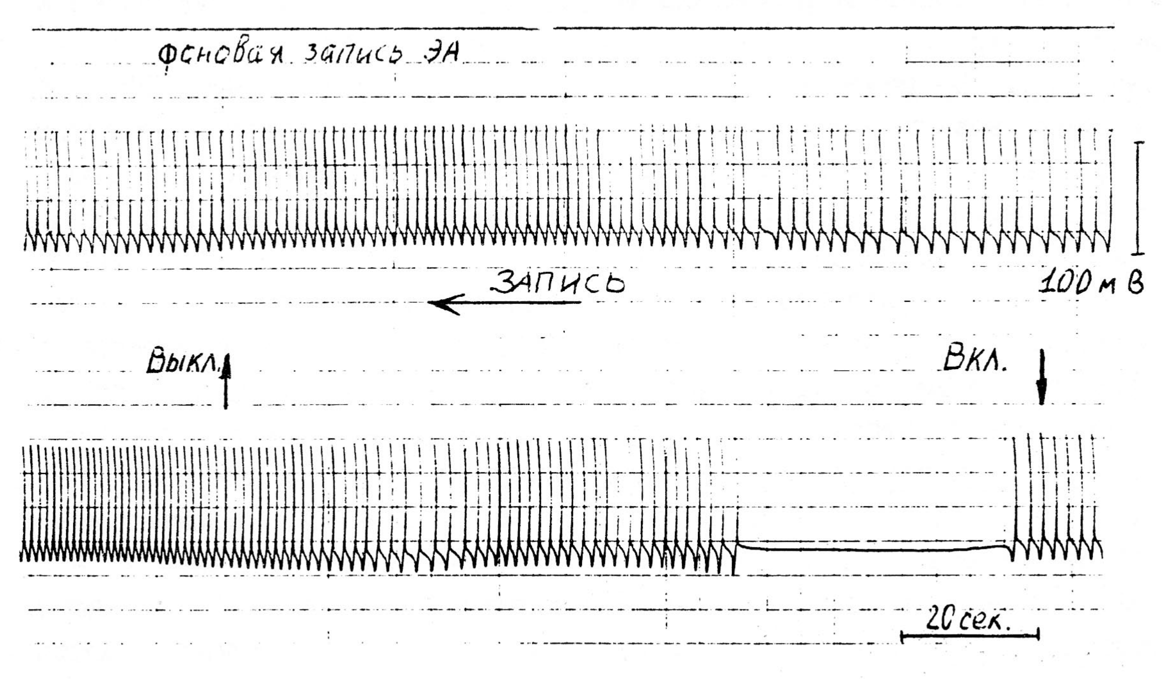
Реферат. Показано, что облучение на частоте 75 ГГц вызывает двухфазную динамическую реакцию спонтанной электрической активности идентифицированных нейронов Lymnaea stagnalis. На начальной стадии облучения наблюдается фаза глубокого торможения электрической активности, которая затем при более продолжительной экспозиции сменяется фазой небольшого увеличения частоты электрической активности. В ответ на выключение облучения частота спонтанной электрической активности после кратковременного увеличения возвращается к норме. Исследовано влияние ЭМИ КВЧ на быстрый калиевый ток этих нейронов. Показано, что при облучении обратимо возрастают амплитуда тока, а также скорости активации и инактивации.

Введение. В реализации биологического действия ЭМИ КВЧ на человека важную роль играет кожный покров, в тонком слое которого (порядка I мм) практически полностью поглощается энергия действующего фактора /I/. Поглощенная энергия может оказывать влияние на различные возбудимые мембраны, включая рецепторные структуры, локализованные в зоне поглощения. Поэтому в целях изучения особенностей воздействия ЭМИ КВЧ на возбудимые клетки в качестве объекта были выбраны нейроны моллюсков, методы исследования которых хорошо отработаны /2,3/.

Результаты и обсуждение. В работе исследовалось влияние ЭМИ КВЧ на спонтанную электрическую активность идентифицированных пейсмекерных нейронов, а также на быстрый калиевый ток и его кинетики активации и инактивации. Мощность на выходе составного волновода не превышала I0 мВт. Для облучения клетки торец волновода, изолированный от раствора тонкой тефлоновой пленкой,

подводился близко к клетке. Удельная поглощаемая мощность (УПМ) вблизи объекта при максимальной выходной мощности генератора не превышала 4200 мВт/г.

В начальный момент после включения ЭМИ КВЧ наблюдалось резкое понижение частоты электрической активности, причем глубина эффекта явно коррелировала с величиной выходной мощности генератора. При облучении нейронов БП-4 с УПМ=4200 мВт/г величина эффекта в среднем составляла 65%, но в некоторых опытах наблюдалось даже полное прекращение электрической активности, которая после выключения облучения с течением времени восстанавливалась. При более длительном облучении частота электрической активности после первоначального понижения постепенно увеличивалась и к концу облучения (10-14 мин) выходила на новый стационарный уровень, несколько более высокий, чем до облучения. После выключения генератора наблюдалась обратная картина: частота электрической активности сначала увеличивалась (до 20%), а затем постепенно возвращалась к исходному уровню, характерному до облучения (см.рисунок). Изменения электрической активности были достоверными по критерию Стьюдента ($\alpha = 0,05$).



В опыте со ступенчатым (через 30-40 с) повышением мощности

облучения, начиная с 640 мВт/г, когда не наблюдали выраженного эффекта, до 4200 мВт/г, частота электрической активности изменялась незначительно, и притом в сторону повышения среднего уровня. Фаза быстрого уменьшения частоты электрической активности в этом случае вовсе не проявлялась, т.е. происходило постепенное привыкание исследуемого нейрона ко все более интенсивному облучению.

В ряде экспериментов были измерены межимпульсные интервалы и построены гистограммы распределения межимпульсных интервалов. В контроле пейсмекерный нейрон генерировал потенциалы действия с большой стабильностью. Во время облучения картина распределения межимпульсных интервалов менялась. Наряду с интервалами, наблюдавшимися в контроле, появлялись более длительные интервалы, вероятность появления которых зависела от мощности облучения.

В связи с тем, что в регуляции частоты электрической активности важную роль играет быстрый калиевый ток, были проведены исследования влияние ЭМИ КВЧ на амплитуду и кинетику этого тока. Было показано, что облучение вызывает увеличение как амплитуды, так и скорости активации и инактивации тока. Увеличение тока составляло 8-10% при УПМ 1100 мВт/г и 36% - при УПМ 4200 мВт/г. Ток после включения облучения достигал нового уровня в течение первой секунды и за такое же время возвращался к первоначальному уровню после выключения. Константы скорости активации и быстрого компонента инактивации увеличивались примерно на 50% при УПМ 4200 мВт/г. Качественно изменения тока и скорости активации и инактивации при облучении имели одинаковую направленность с изменениями этих параметров во время обычного нагрева. Используя температурные коэффициенты Q_{10} для амплитуды и кинетики тока были вычислены эквивалентные прегревы раствора, соответствующие изменениям этих параметров при облучении. Результаты расчетов по изменениям амплитуды и кинетики тока совпали и составили около 2^{o} при УПМ 4200 мВт/г. Прямые измерения температуры в области расположения клетки подтвердили полученные результаты. Распределение температуры в направлении перпендикулярном центру торца волновода в прилегающем растворе зависило от скорости протока внешнего физиологического раствора.

В отсутствие протока температура плавно уменьшалась с расстоянием от волновода и даже на расстоянии I мм ее величина была достаточно велика (около 30% от максимальной величины). При включенном протоке толщина слоя, на котором падала температура, уменьшалась до 0.3 мм и меньше. Одновременно уменьшалась и максимальная температура перегрева. Таким образом, полученные данные однозначно указывают на то, что в основе быстрого изменения амплитуды и кинетик активации и инактивации тока лежит тепловой механизм действия ЭМИ КВЧ. Величина и кинетика эффектов определяется толщиной перегреваемого слоя.

Анализ возможного влияния изменений амплитуды и кинетики быстрого калиевого тока, индуцированных ЭМИ КВЧ, на частоту спонтанной электрической активности показывает, что этих изменений явно недостаточно для объяснения наблюдаемых эффектов. По всей вероятности, динамическая реакция торможения спонтанной электрической активности нейронов вызвана временной гиперполяризацией мембраны. В нейронах мембранный потенциал регулируется системами активного (Na-K насос) и пассивного (P_{Na}, P_K) транспорта, различными рецепторными системами. Наиболее сильными регуляторами мембранного потенциала являются Na-K насос и система пассивного транспорта. В силу того, что ЭМИ КВЧ может только активировать ионные токи, то систему пассивного транспорта вряд ли можно рассматривать в качестве возможной причины гиперполяризации мембраны. По-видимому, ЭМИ КВЧ в первую очередь активирует Na-K насос. Возможно влияние ЭМИ КВЧ и на рецепторные системы.

ЛИТЕРАТУРА

I. Бецкий О.В., Ильина С.А. (1989): В сб."Миллиметровые волны в медицине и биологии", ИРЭ АН СССР, с.296.

2. Алексеев С.И., Ильин В.И., Тяжелов В.В. (1986): Биофизика, 3I, 264-268.

3. Алексеев С.И., Воронова О.И., Хижняк Е.П., Тяжелов В.В., Кузнецов А.Н. (1989): Тезисы докл.симпозиума "Применение КВЧ излучения низкой интенсивности в биологии и медицине", ИРЭ АН СССР с.78.

MILLIMETER MICROWAVE EFFECT ON NEURON MEMBRANES

*Alekseev S.I., *Koohetkova N.V., *Bolshakov M.A., **Kuznetsov A.N., **Betsky O.V.

*Institute of Cell Biophysics of Acad. Sci. USSR, Puschino, Moscow Region, 142292, USSR.
**Temporary Sci. Group "KVCH", Moscow, 121002, Vachtangov St.,4.

Millimeter microwaves are absorbed within the thin skin layers (< 1 mm) and influence various excitable membranes localized in this area. As a model of excitable cells for study of the microwave effect we chose Lymnaea stagnalis neurons. We investigated firing rate changes of identified pacemaker neurons during exposure and microwave effect on A-currents of unidentified neurons. Irradiation consisted of a preset level of power at the microwave source at 75 GHz. The exposure was performed with the waveguide isolated from the solution with the thin teflon film and approached closely to the cell. The SAR was measured near the cell and was varied from 640 to 4200 mW/g. At the SAR=4200 mW/g the overheating did not exceed 2^{o}.

Irradiation induced complex changes of the firing rate. After the onset of exposure the firing rate was strongly decreased or sometimes ceased and then slowly began to increase and at the end of the exposure (after 10 min) achieved a new steady state level which was some higher than control one. After switching off the irradiation the firing rate increased to some extend and then slowly came back to control level (see Figure). At the same time microwaves did not influence the action potential amplitude. Irradiation resulted in an increase of the amplitude and rate constants of the activation and inactivation kinetics of the A-current. The changes in amplitude and kinetics were rapid (τ about 1 s) and could not induce the observed decrease in the firing rate. It was suggested that the initial decrease of the firing rate resulted from the activation of the Na-K pump.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПРОЛИФЕРАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ ЛИМФОЦИТОВ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА IN VITRO

А.И.Пивоварова, О.Ю.Веденский, О.Л.Колесник, В.С.Банников

Реферат. Проведено изучение эффекта КВЧ-волн мм-диапазона низкой интенсивности на митогенез лимфоцитов периферической крови человека, индуцированной ФГА и Кон А. Установлено, что мм-волны обладают частотно-зависимым иммуномодулирующим действием. Отклик различных субпопуляций Т-клеток неоднозначен и является функцией времени облучения. КВЧ-излучение меняет экспрессию рецепторов для митогенов на мембране лимфоцитов.

Введение. В настоящее время широкое применение находит метод лечения заболеваний человека КВЧ-волнами низкой интенсивности. Однако обширный экспериментальный и клинический материал, накопленный в области КВЧ-терапии, все еще не позволяет составить однозначное представление о механизмах действия микроволн и выборе оптимальных режимов облучения. Между тем известно, что в основе многих патологических состояний лежат нарушения функционирования иммунной системы, являющейся одной из наиболее мощных и в то же время чутких систем обеспечения гомеостаза организма [I]. В связи с этим изучение состояния иммунной системы при воздействии мм-волн нетепловой интенсивности представляют большой теоретический и практический интерес.

В настоящей работе состояние имунной системы оценивали в реакции бластрансформации лимфоцитов без митогенов и стимулированных 5 мкг/мл, 50 мкг/мл ФГА и 5 мкг/мл, 25 мкг/мл Кон А. Облучение клеток проводили in vitro на частотах 30÷I70 ГГц при выходной мощности I мВт. Методика экспериментов описана ранее [2,3].

Результаты и обсуждение. Данные отклика лимфоцитов на облучение представлены на рис.I. Они свидетельствуют о частотозависимом действии КВЧ на митогенез клеток. Некоторые частоты оказывают стимулирующий, тогда как другие угнетающий эффект на функциональную активность Т-клеток. Более того некоторые частоты обладают однонаправленным действием, в то время как другие разнонаправленно влияют на пролиферацию Т-хелперов и

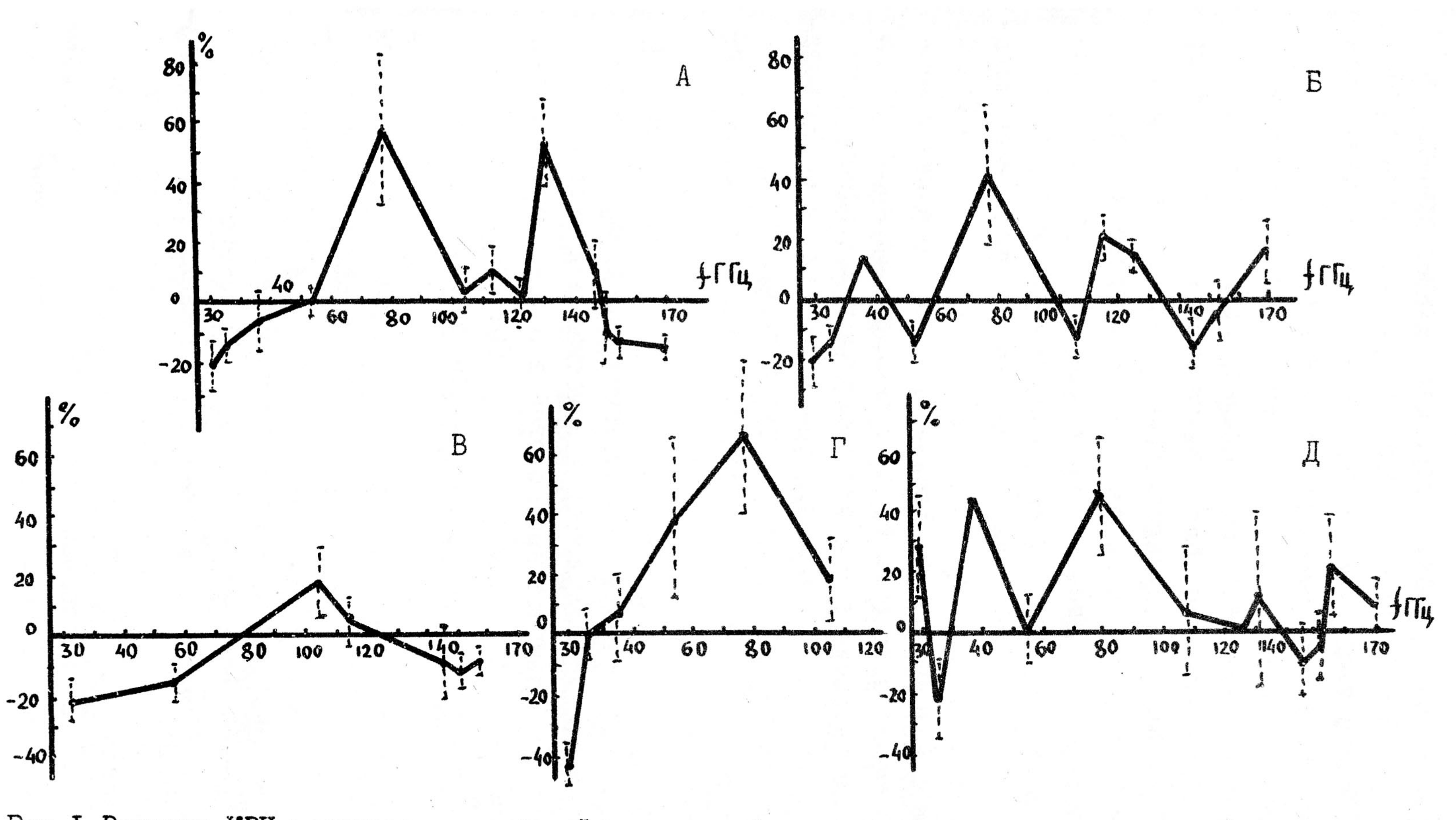


Рис.I Влияние КВЧ-излучения на пролиферацию лимфоцитов крови, стимулированных : а) 50 мкг/мл ФГА; б) 25 мкг/мл Кон А; в) 5 мкг/мл Кон А; г) 5 мкг/мл ФГА; д) без митогена.

По оси абсцисс - частота КВЧ-излучения; по оси ординат - индекс стимуляции, %.

Т-супрессоров. Более подробно анализ этих данных проведен в работах [2,3]. В этих экспериментах облучение клеток проводили 20 мин. Можно предположить, что слабый отклик клеток или вообще отсутствие его на некоторых частотах может быть обусловлен сдвигом максимума ответа во времени. На рис.2 для иллюстрации представлены некоторые индивидуальные время-зависимые кривые, полученные при облучении на частотах 37,5; 106,0; 115,0; 126,5 лимфоцитов, культивируемых затем с митогенами. Оказалось, что способность лимфицитов пролиферировать под влиянием митогенов является функцией времени облучения. Практически для всех митогенов 20 мин. облучения является критической точкой, т.к. в ней, как правило, наблюдаются максимальные отклонения в реакции облученных лимфоцитов на ФГА и Кон А по сравнению с необлученными. Весьма интересна реакция лимфоцитов на облучение в течении 60 мин. Несмотря на значительные индивидуальные различия в реакции субпопуляций лимфоцитов на воздействие микроволн, к 60 мин. происходит как бы нивелирование их. Несмотря на наблюдаемый в других временных точках (в зависимости от используемой частоты) стимулирующий или угнетающий эффект к 60 мин. практически во всех случаях наблюдается ослабление его и пролиферативная активность стремится к значениям, соответствующим необлученному контролю. Возможно имеет место адаптация лимфоцитов к действию микроволн.

Многие авторы выдвигают предположение о том, что нетепловые биологические эффекты мм-волн могут быть обусловлены изменениями, в том числе проницаемости для ионов, мембран клеток [4,5].

Была предпринята попытка оценить проницаемость мембран для ионов Na^{+}, K^{+}, Cl^{-}, Ca^{++} и др. под влиянием КВЧ на частотах 106,0; 115,0; 147,0; 150,0; 152,0 ГГц, а также установить связь между изменениями проницаемости мембран и пролиферации лимфоцитов, стимулированных митогенами. Об изменении проницаемости мембран судили по изменению содержания ионов в образцах культуральной среды после 20 мин. облучения клеточной суспензии, которое оценивали на рентгеновском спектрометре Kevex -5100, с дисперсией по энергии, совмещенном с электронным микроскопом. Установлено, что содержание ионов в сре-

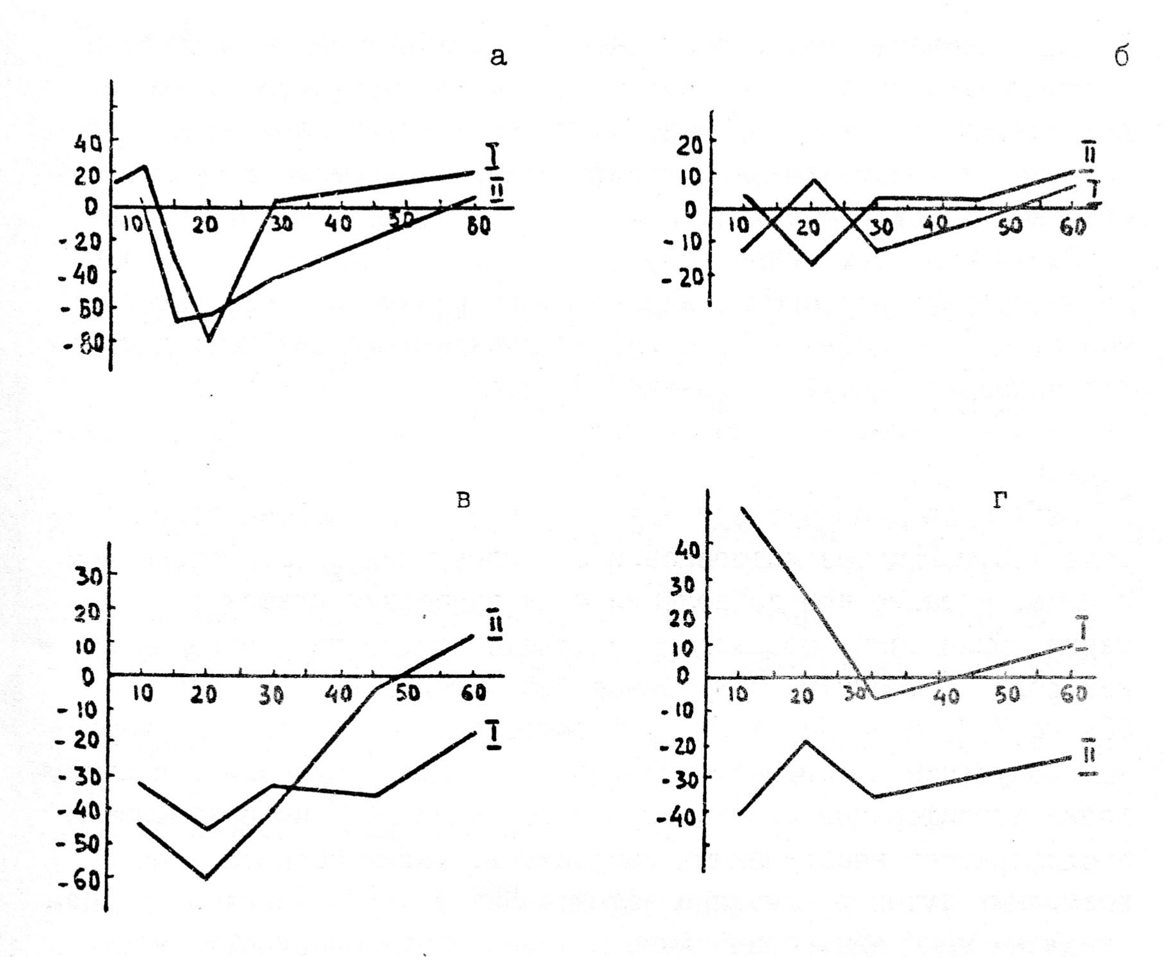


Рис.2 Индивидуальные кривые, отражающие отклик лимфоцитов 4 доноров на воздействие КВЧ-излучения, по оси абсцисс – – время облучения мин.; по оси ординат индекс стимуляции в % ; I – 50 мкг/мл ФГА; 2 – 25 мкг/мл Кон А

а) 37,5 ГГц ; б) 126,5 ГГц ; в) 150,0 ГГц ; г) 106 ГГц

де, а следовательно, и проницаемости мембран меняется после облучения. Однако не обнаружено частотной зависимости этого явления. Также не обнаружено корреляции между изменениями проницаемости и изменениями пролиферативной активности субпопуляций лимфоцитов при облучении.

Резюмируя полученные результаты, можно сказать, что хотя КВЧ-излучение несомненно влияет на проницаемость мембран для ионов, но это событие не является пусковым механизмом, тем более показано, что ФГА, связанный сефарозой, и не способный проникать в клетки, стимулирует пролиферацию не хуже, чем свободный [6].

Были проведены эксперименты по облучению лимфоцитов на частоте 115,0 ГГц без митогенов и с последующим культивированием с ними, а также при добавлении их к суспензии клеток до облучения. Были также поставлены соответствующие необлученные контроли. Лимфоциты, облученные без митогенов, отвечали на ФГА на 7 %, а на Кон А на 16 % выше, чем необлученные лимфоциты. Облучение митоген-стимулированных клеток приводило к стимуляции пролиферации ФГА на 80 % и Кон А на 74 % по сравнению с пролиферацией необлученных лимфоцитов. Таким образом, среди возможных путей реализации эффекта КВЧ лежат механизмы воздействия на мембраны, приводящие к экспрессии поверхностных рецепторов мембран.

Известно, что митогены, связавшиеся с рецептором, приводят к делению лимфоцитов не сами по себе, а благодаря способности индуцировать 2 сопряженных процесса: синтез фактора роста Т-клеток - интерлейкина (ИЛ-2) и синтез рецепторов к нему [7]. В результате осуществляется пролиферация зрелых Т-киллеров и Т-хелперов. Т-супрессоры обладают способностью ингибировать синтез ИЛ-2. Можно предположить, что именно поэтому КВЧ, влияя на синтез и связывание ИЛ-2 с рецепторами клеток, в конечном итоге, оказывает столь различное воздействие на пролиферацию субпопуляций Т-лимфоцитов, наблюдаемое в наших экспериментах.

В заключение можно сказать, что исследование влияния КВЧ-излучения на иммунологическое состояние человека, несомненно интересное в теоретическом отношении, может принести важные

прикладные результаты. Динамика показателей функциональной активности иммунокомпетентных клеток, а, именно, различных субпопуляций их при воздействии электромагнитных волн низкой интенсивности может служить основным критерием при подборе частоты и времени КВЧ-терапии различных заболеваний человека.

ЛИТЕРАТУРА

I. Бабаева А.Г., Зотиков Е.А. Иммунология процессов адаптивного роста, пролиферации и их нарушений. М. Наука, 1987.
2. Пивоварова А.И., Колесник О.Л., Веденский О.Ю. и др. В сб. "Физика и применение микроволн". М. 1991.
3. Пивоварова А.И., Веденский О.Ю., Колесник О.Л. и др. В сб. Миллиметровые волны в биологии и медицине. М., ИРЭ АН СССР. 1991. В печати.
4. Бецкий О.В., Казаринов К.Д., Путвинский А.В. и др. В сб. Эффекты нетеплового воздействия мм-излучения на биологические объекты. М. 1983. 97.
5. Девятков Н.Д., Бецкий О.В., Ильина С.А. и др. Там же. 78.
6. Линг М.Р. Стимуляция лимфоцитов. М. 1971.
7. Шарый Н.И. "Иммунология". 1985. 6, 20.

EFFECTS OF MICROWAVE RADIATION ON THE PROLIFERATIVE ACTIVITY OF THE HUMAN BLOOD LYMPHOCYTES IN VITRO

A.I.Pivovarova, O.Ui.Vedenskii, O.L.Kolesnik, V.S.Bannikov
Institute of Physical Problems, Moscow 103460, USSR

The effects of extremely high freguency electromagnetic fields (EMF) of a low poweres density on human blood lymphocyte mitogenesis indused phytohaemagglutinin (PHA) and concanavalin A (Con A) was studied. The influence of the EMF freguence on proliferative actyvity mitogen induced lymphocytes was detected. EMF extremely high freguency stimulated or reduced DNA synthesis in limphocytes activated whith non-specific mitogens. These effects have frequency-dependent character. There was evidence

suggesting that mm-waves can influence T-helper and T-suppressor in several manner. Experiments performed by exposing cell cultures to the fields for different periods indicated, that response of lymphocytes to microwave irradiation was a duration-dependent phenomenon. Thus it is established that mm-waves effect on proliferative activity of limphocytes. On the basis of these results has proposed a mechanism wich implies to change of the receptor communication with mitogen.

ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА НА ПРОНИЦАЕМОСТЬ ЭРИТРОЦИТОВ ЧЕЛОВЕКА

С.А.Ильина

Институт радиотехники и электроники АН СССР
103907 Москва ГСП-3, Манежная пл.,6

Реферат. Исследовано действие излучения миллиметрового диапазона (ММ) на ионную проницаемость мембран эритроцитов человека. Обнаружено, что воздействие ММ излучения приводит к ускорению Cl^-/OH^- обмена через мембраны и к снижению проницаемости для ионов K^+. Действие на ионный транспорт мембран эритроцитов наблюдалось при мощности излучения менее 3 мВт/см^2. Полученные эффекты позволяют предполагать, что ММ излучение инициирует кооперативные структурные перестройки в мембранах эритроцитов.

Введение. Нетепловые биологические эффекты электромагнитного излучения миллиметрового диапазона(ММ) могут быть связаны с действием этого вида излучения на биологические мембраны [1]. Существование биомембранных систем возможно только в водных средах. Поэтому особое значение при взаимодействии ММ излучения с биообъектами приобретает существование жидкостной среды организма.

Среди жидкостных сред на уровне организма животных и человека кровь играет особую роль, поскольку может определять эффекты со стороны органов и тканей, удаленных от места поглощения ММ излучения (например, в поверхностном слое кожи). На большей части поверхности тела толщина эпидермиса (самой верхней части кожи, к которой прилегают сосуды) составляет всего 0,07-0,12 мм, а поглощение примерно 70% энергии ММ излучения достигается на глубине 0,3 мм. Поэтому кровь, протекающая через кожные сосуды, становится доступной для ММ излучения. К тому же интенсивность кожного кровотока существенно зависит от температурного режима, составляя в условиях комфорта и теплового стресса довольно значительную величину [2]. Не исключено, что мембраны эритроцитов, циркулирующих в капиллярном русле, меняя свои барьерные свойства, могут служить пусковым механизмом физиологических процессов, инициируемых ММ излучением.

Мембраны эритроцитов служат примером мембранной системы, со-

четающей механизмы активного транспорта ионов и пассивной проницаемости. В настоящей работе исследовалось действие ММ облучения на пассивную проницаемость ионов через мембраны эритроцитов.

Результаты и обсуждение. Очевидно, что нарушение барьерной функции мембран должно сопровождаться усилением ионных потоков, приводящих к неравновесному распределению анионов хлора (Cl^-) между клеткой и средой. Вполне понятно, что при изменении концентрации ионов Cl^- в среде должно происходить изменение потенциала на мембране и перераспределение ионов OH^- [3].

Облучение ММ волнами (в диапазоне от 6 до 8 мм) плотных осадков эритроцитов в течение I5 минут изменяло потоки ионов через мембраны клеток. У облученных эритроцитов увеличивалась скорость обмена Cl^-/OH^- и уменьшалась их проницаемость для ионов калия (K^+). Облученные эритроциты приобретали повышенную электрическую прочность своих мембран. Они оказались способными поддерживать более высокий мембранный потенциал и, как следствие, поддерживать градиенты концентраций ионов Cl^-/OH^- (рис.I).

Сравнение действия ММ излучения и нагрева исследуемого образца показало, что действие ММ волн эквивалентно нагреву приблизительно на I0°C. В то время как контрольные измерения температуры в образце регистрировали изменение температуры, не превышающее 0,I°C (рис.2).

Для выяснения, насколько сильными могут оказаться изменения свойств мембраны в результате предполагаемых кооперативных структурных перестроек, инициируемых ММ излучением, были проведены специальные эксперименты.

Эритроциты до воздействия на них ММ излучением предварительно обрабатывались микросекундными (3-5) импульсами электрического поля высокой напряженности (I-6 кВт/см) [4]. Эритроциты, ионная проницаемость которых была повышена в электрическом поле, оказались очень чувствительными к I5-минутному облучению ММ волнами. На длинах волн 6-8 мм наблюдалось уменьшение скорости утечки ионов K^+ из клеток по сравнению с необлученными - "пробитыми" клетками (рис.3). Действие ММ излучения оказалось настолько же эффективным, как и инкубация эритроцитов в течение 30 мин в термостате при температуре около 40°C. Высокий температурный эквива-

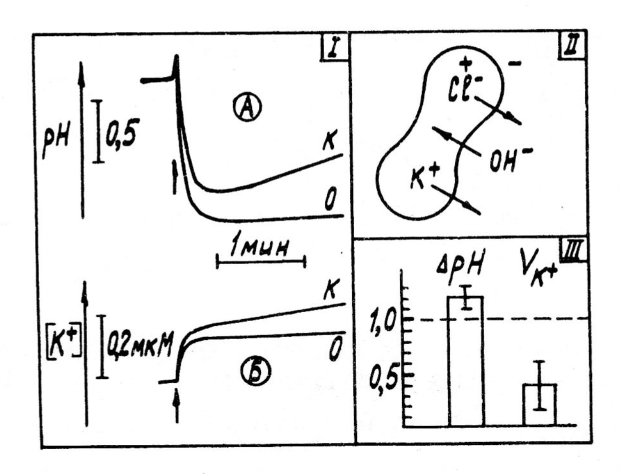


Рис.I. Влияние ММ излучения на ионный транспорт через мембраны эритроцитов. I - транспорт ионов OH^- (А) и K^+ (Б) через мембраны при помещении эритроцитов в изотонический раствор сахарозы. "К" - контрольные (необлученные) эритроциты; "0" - эритроциты, облученные в течение I5 мин при ППМ=I мВт/см^2 на длине волны 6,5 мм. П - схема транспорта ионов в эритроците. Ш - соотношение параметров транспорта ионов OH^- (Δ pH) и ионов K^+ (V_{K^+}) в облученных и необлученных эритроцитах (по результатам 20 экспериментов). Δ pH - амплитуда закисления среды при введении эритроцитов; V_{K^+} - скорость утечки ионов K^+ из клеток

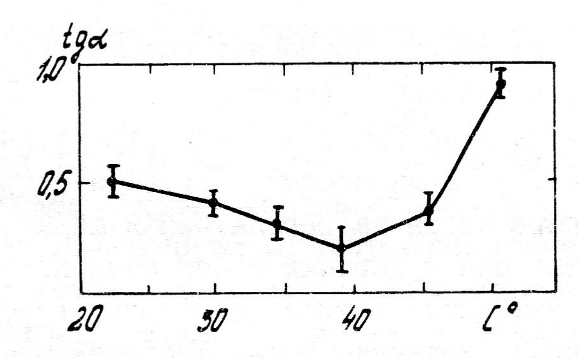


Рис.2. Температурная зависимость проницаемости мембран эритроцитов для ионов K^+ ($tg\alpha$)

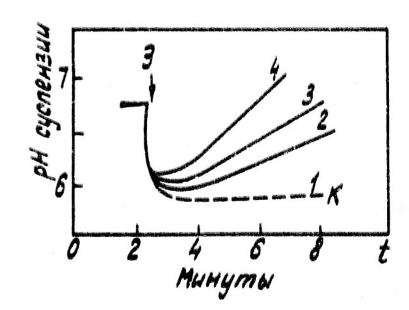


Рис.3. Влияние электрического пробоя, КВЧ облучения и нагрева на кинетику ионного транспорта эритроцитов. I - контроль; 2 - пробой + нагрев (до 40°С); 3 - пробой + КВЧ облучение; 4 - электрический пробой

лент ММ излучения указывает на то, что действие этого излучения не может быть результатом тривиального нагрева биообъекта.

Скорее всего ММ излучение обладает способностью инициировать кооперативные структурные перестройки в мембранах, приводящие к закрыванию гидрофильных пор, образовавшихся при "пробое". Исходя из этого, можно полагать, что влияние ММ излучения на физическое состояние мембраны связано со спецификой поглощения этого излучения. Энергия поглощается в объекте в основном водой, а именно фракцией свободно вращающихся молекул. Именно молекулы воды контролируют состояние мембраны, в том числе и состояние гидрофильных пробойных пор.

Проведенные исследования позволяют рассмотреть механизм действия ММ излучения, связанный с возможной ролью воды в передаче действия этого излучения на биологические структуры. Первичной мишенью ММ излучения, воспринимающей энергию электромагнитного поля, которая затем передается на регуляторный аппарат, являются молекулы воды. Именно они в верхних слоях кожи не образуют сплошной водной фазы, а находятся в виде "диспергированной" газовой фазы (влажная атмосфера). Молекулы воды, диспергированные в коже и в надкожном слое, расположенные вблизи слабогидротированных рецепторов белковой природы в липидных мембранах, могут запускать элементы регуляторных систем в коже [5,6].

ЛИТЕРАТУРА

I. Джеггард Д.Л., Лорд Д.Л. Клеточные эффекты: миллиметровые волны и рамановские спектры: Сб. ТИИЭР, I980, Т.68, № I, С.I36-I39.

2. Родштат И.В. Психофизиологический подход к оценке некоторых реакций организма при лечебном воздействии миллиметровых радиоволн. Препринт № II (5I2), I989,- М:.ИРЭ АН СССР.- С.II.

3. Лев А.А. Ионная избирательность клеточных мембран. Л.: "Наука", I975.

4. Чизмаджев Ю.А., Черномордик М.В. и др. В сб."Итоги науки и техники", сер. Биофизика мембран, Т.2,- М., I982,- С.I6I-262.

5. Хургин Ю.И., Бецкий О.В.и др. О природе первичной мишени при воздействии низкоинтенсивного ММ излучения на биообъекты. В сб."Медико-биологические аспекты ММ излучения"(под ред.акад. Н.Д.Девяткова), I987, М. ИРЭ АН СССР,- С.I93-20I.

. Бецкий О.В., Ильина С.А. Кожа и проблема взаимодействия миллиметровых волн с биообъектами. В сб."Миллиметровые волны в медицине и биологии"(под ред.акад. Н.Д.Девяткова), I989, М.: ИРЭ АН СССР, С.296-302.

C.A. Ilyina

EFFECT OF ELECTROMAGNETIC MILLIMETER WAVELENGH RADIATION ON THE ION PERMEABILITY OF HYMAN ERYTROCYTES

Institute of Radioengeneer-ing and Electronics USSR Academy of Sciences 103907, Moscow GSP-3 Manezhnaya sg.6

Effect of electromagnetic millimeter (MM) wavelength radiation on the ion permeability of hyman erythrocytes was studied. MM wave irradiation was shown to lead to the acceleration of Cl^-/OH^- exchange across membranes and to the decrease in K^+ permeability, of erythrocytes. The effects wave observed at irradiation power lewel less than 3 mB/cm^2. MM wave irradiation is supposed to couse the structural transitions on erythrocyte membranes.

SOME RESULTS ON MUTAGENESIS EFFECTS OF ELECTROMAGNETIC WAVES

F.BABANI, Biological Research Center,Tirana(Albania).

M.SPIRO , Tirana University,Biophysical Chair,Tirana(Albania).

ABSTRACT

It is well-known the fact that the alterations in the structure of the molecule of DNA bring about changes in its bearing genetic code. Such alterations are either due to chemical products entering in organism or the electromagnetic radiation . In several cases, these two processes are closely linked because the action of radiation sensibilises the molecule capable to covalently interact with DNA.

We actually are studing the case of radio-sensibilisation of this process. It is the activation or inactivitation of preliminary radiation on which depends whether the interaction of chemical molecule with DNA is a covalent bound or an intercalation one.

INTRODUCTION

The cells which are divided quickly are rather sensitive towards the action of electromagnetic radiation . This sensitivity enhances with the presence of the core of radiotheurapic operation.If the cell fails to be well-saturated with oxygen (as in the case of some tumour cell) they become radio-resistant. Several chemical substance (radio-sensibilasators) exposed to radiation , might play the role of oxygen missing in the cells in anoxy . Such substances have widely been used during the last few years and have been the subject of so many researches on the mechanism of action .Irradiation of model components of DNA in the presence of radio-sensibilasators appears as an important stage in the meaning of the mechanism of the operation of these components.

Nor-pseudopelletierine N-oxyle (NPPN) is a radio-sensibilasator which might be linked with DNA (with the pyrimidines bases or with sugar of purine bases) , but this substance might cause the oxydation of phyric bases . We have studied the product of such a kind through mass spectrometry (PDMS).By making use several spectroskopic techniques we have managed to characterize the product formed from the irradation of a deoxyguanine aqueous solution (without oxygen)in the presence of NPPN (1) , whose structure is shown in fig. 1.This structure corresponds to the fixing of an oxygen atom to the 8 position of the base after a preliminary reaction with a hydroxyl radical deriving from the hydrolysis of water.

On the other hand we have studied the complexis which form DNA with mutation substances as Acridine Orange (AO) (2,3). The aim is the observation of formed complexis,the assesments of the scale of denaturation of DNA extracted from biological samples and the examining of the possibilities of the observation of a covalent complex after the irradiation of DNA in the presence of AO.

Fig.1: Structure of oxydized deoxyguanosine after irradiation in the presence of NPPN.

Fig.2: Schematic representation of the 252 cf Mass Spectrometer.

As far as the first two problems are concerned,we are stating hereunder the results,expecting in the mean time the later publication of the results with regard to radiation.

METHODS

The product of irradiation of deoxyguanosine in the presence of NPPN has been supplied by the group of chemists of J.Cadet, CEA-Grenoble.The study has been carried out by mass spectrometer 252 cf PDMS (scheme, fig.2) set up in IPN Orsay (France) by the group of Le Beyec (4),according to the proceedings of Mac Farlane and Torgerson (5).The biological material is deposited in a thin mylar foil by electrospray Fission fragments from the source pass through the film and produce ions at its front surface . The positive (or negative) secondary ions are accelerated by a 7 to 10 Kv accelerator voltage and travel down a 1 meter flight tube to the microchannel by means of a standart nuclear electronics which includes two timing discriminators, a time digital converter , a multichannel analyser and an IBM computer.Peaks of H+,Na+,K+,are used for mass calibrations according to the expression:

$$time=a\sqrt{M}+b$$

The methods of the extraction of DNA from the biological sample is that recommended by the literature(6,7,8).Spectrophotometric measurements were carried out with spectrophotometer PYE UNICAM SP 6 550. The calculations of the percentages of the pairs A-T and G-C were carried out according to (3).

RESULTS

Mass spectra of guanosine derivate obtained from radio-sensibilisation (fig 3a for positive ions and fig 3b for negative ions), show the existence of this derivate . The mass 282 of negative spectrum corresponds to deoxyguanosine with one fixed oxygen atom, ionized by the loss of a proton,hence $(MO-H)^-$ ion.The mass 306 of positive spectrum corresponds to the same molecule , ionized by adding one sodium ion $(MO+Na)^+$. The addition of another second sodium ion has provided the mass 328,$(MO+2Na-H)^+$.

The fragmentation of this molecule shows the rupture of N-glycosidic linkage . In the positive spectrum,the peak of the mass 190 shows the fragmentation of the base with the oxygen fixed during the irradiation ionized by sodium , hence ion $(BO+Na)^+$. A second sodium ion has displaced this peak 22 mass unit farther.In the negative spectrum the ion with mass 166 proves the existence of the base with negative ion $(BO-H)^-$. The destruction of sugar by eliminating a part with a mass 89 (recorded also by other techniques(9))provides the mass 192 in the spectrum.

In the experiences with AO , one notices the Complex I (intercalated dyes) in the absorbtion spectrum in the visible region when the concentration of AO was of the order $5\cdot10^{-7}$ g/ml, whereas the Complex II (scacked dyes on the outside of the helix) was observed with difficulty in the absorbtion spectrum beginning from the AO concetration ten times higher .For the denaturated samples Complex II appears at the AO concentration of the order $8\cdot10^{-7}$g/ml and it is observed that the Complex I disappears with the increase of the concentration of AO.This allows us to postulate the denaturation role of AO during intercalation into DNA.

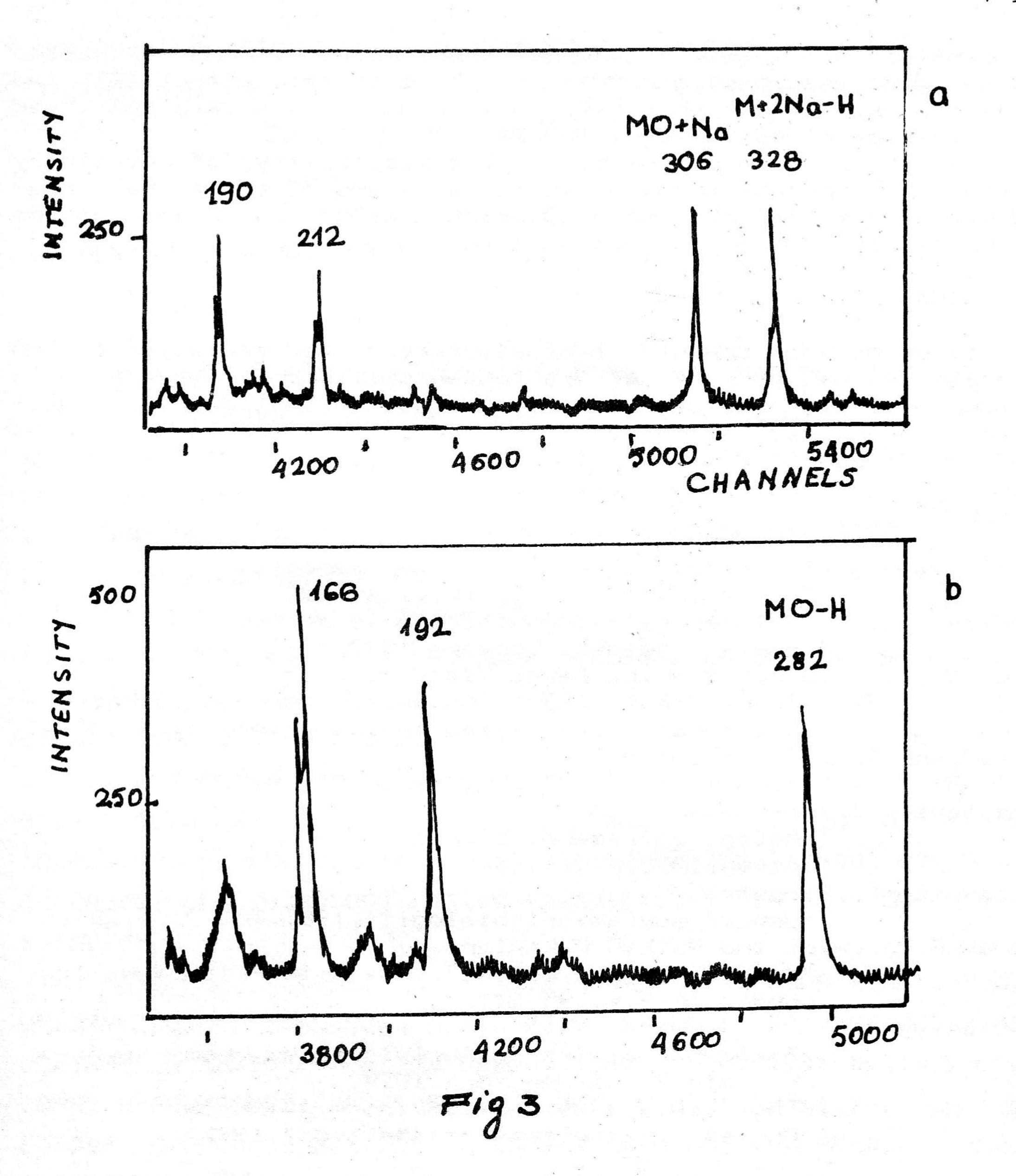


Fig.3: Mass spectra of the deoxyguanosine derivates:
a- positive ions.
b- negative ions.

This conclusion was also proved by the samples of DNA extracted from animal pancreas DNA1 and DNA2 with hyperchromic effect 12% and 35% respectively. The fact that DNA1 is more denaturated was confirmed through the study of Complexes I and II.

What remains to be investigated is the possibility of covalently bound between AO and DNA through fluorescence and MS after the irradiation with electromagnetic waves , which will be the subject of the work to be carried out by our group in the future.

CONCLUSIONS

The data of MS show the effect of electromagnetic radiation on DNA in our case in the presence of radio-sensibilisator . Such a thing might occur also with the complex DNA+AO knowing that AO has a mutation effect. Spectroscopic characterisation of this complex continues in an effort to see if there exists a covalent bound.

REFERENCES

1) Berger M. These de Doctorat, 1982, CEA Grenoble.
2) "Biofizika", Tom 27, Vip.2. st.222
3) Parrish J.H. "Principles and practice of experments with nucleic acids". Longman 1972, p.411-413.
4) Della Negra S., Ginot Y.M., Le Beyec, Vigny P., Spiro M., "Proceedings of 9-th Annual Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics". Mineapolis, 1981.
5) Macfarlane R.D., Torgerson D.F. Science, March 1976, Vol 191, p.920-925.
6) Korableva N.J., Koranogeni K.A. "Metodi sovremenoi biohimii", Nauka Moskva 1975, p.80-115.
7) Miroshniçenko, Dioçenko "Uspehi sovremenoi biologii", 1981, Tom 91, p.20-26
8) Sidney P. Colowick and Nathan O. Kaplan "Methods in Enxymology", Academic Press, New York, London 1968, p.195-247.
9) Mac Closkey J.A "Basic principles in nucleic acids chemistry", Academic Press, New York, 1974.
10) Della Negra S., Ginot Y.M., Le Beyec Y., Spiro M.; Vigny P. "Nuclear Instruments and Methods", 1982

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОЖНЫХ АФФЕРЕНТОВ БЕЛОЙ КРЫСЫ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА МАЛОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ

Л. Д. Енин, Г. Н. Акоев, И. Л. Потехина
Институт физиологии им. И. П. Павлова, АН СССР Ленинград,
199034, наб. Макарова 6

Реферат. В условиях острого опыта, методом регистрации импульсной активности от одиночных волокон большеберцового нерва, исследовалась функция механорецепторов кожи при воздействии ЭМИ. Установлено, что облучение поверхности кожи ЭМИ малой интенсивности мм диапазона (рабочие частоты: 55;61;73 ГГц) в зоне расположения рецептора приводило к понижению чувствительности его к механическому стимулу. Делается заключение, что ЭМИ оказывает модулирующее - угнетающее действие на рецепторы кожи.

Summary. With the help of impulse activity recording from single fibres of a tibial nerve it was found out that receptory units responded to the mechanical stimulation of skin. The effect on a skin surface of electromagnetic field of a low intensity (frequencies 55, 61 and 73 GHz) resulted in the decrease of receptory units sensitivity to a mechanical stimulus.

Введение. Интерес к исследованию механизмов действия ЭМИ миллиметрового диапазона малой интенсивности на биологические обьекты в настоящее время приобретает помимо фундаментального, также медицинский, экологический и гигиенический аспекты. Благодаря использованию разнообразных приборов - источников неионизирующего ЭМИ в различных областях деятельности человека - науке, технике и медицине ЭМИ становится экологически значимым действующим агентом внешней среды. К настоящему времени в отечественной и зарубежной литературе имеется значительное число теоретических, экспериментальных и клинических работ, посвященных изучению действия ЭМИ на организм человека и животных (1,4,5,6). Вместе с тем, значение кожной рецепции в реализации эффекта ЭМИ на биологический обьект исследовалось мало.

В задачу настоящего исследования входило изучение функции механорецепторов кожи в условиях воздействия ЭМИ миллиметрового диапазона малой интенсивности.

Методика. Эксперименты выполнены на белых крысах в условиях острого опыта под гексеналовым наркозом с использованием метода регистрации импульсной активности от одиночных волокон большеберцового нерва. Механический стимул пилообразной формы наносился на кожу с помощью электродинамического механостимулятора: длительность стимула - 40 мс, амплитуда - 100-2000 мкм, диаметр зонда равнялся 1,5 мм. Источник ЭМИ - генератор высокочастотных сигналов Г4-142; рабочие частоты - 55; 61; 73 ГГц, плотность мощности потока соответсвенно составляла 0,75; 2,9 и 7.81 мВт/см.^{2} В качестве излучателя ЭМИ использовался открытый волоновод ВП-14 с диэлектрической вставкой из фторопласта, сечением 2х3 мм, длиной 300 мм. Торцовая часть диэлектрической вставки плотно подводилась к кожной поверхности. Время облучения кожной поверхности - 30 мин. Более детально методические приемы изложены в работе (2).

Результаты и обсуждение. При нанесении на поверхность кожи механического стимула регистрировалась импульсная активность от одиночных волокон большеберцового нерва. Исследованные рецепторные единицы (РЕ) по электрофизиологическим параметрам были подразделены на три основные функциональные группы: низко-, средне- и высокопороговые. Пороговые значения механического стимула соответственно равнялись 170-500; 500-650 и свыше 650 мкм, латентный период - 8,8±0,6; 12,5±1,0; 11,6±1,5 мс, длительность спайка - 1,0±0,08; 1,2±0,09; 1,0±0,1 мс.

При воздействии на кожу ЭМИ статистически достоверного изменения температуры данного участка не отмечалось.

Выявлено, что в коже подошвы стопы отсутствуют РЕ, способные генерировать импульсную активность при действии ЭМИ малой интенсивности.

Установлено, что при облучении ЭМИ кожи в зоне расположения РЕ прежде всего изменялась пороговая величина механического стимула. Причем это изменение в равной степени касалось всех исследованных РЕ, независимо от их функциональной принадлежности. Наибольшее увеличение порога стимула наблюдалось при облу-

чении кожи ЭМИ с рабочей частотой 73 ГГц у низко- и среднепороговых РЕ, уменьшение - у высокопороговых.

Латентный период ответов на механическое раздражение у низкопороговых РЕ постепенно возрастал, у среднепороговых он был нестабильным , у высокопроговых РЕ наблюдалось уменьшение величины латентного периода.

Длительность спайка ответов РЕ на механическое раздражение при облучении ЭМИ у низкопороговых РЕ постепенно увеличивалась, а у высокопороговых первоначальное увеличение длительности сменялось его уменьшением. У среднепороговых РЕ изменений в длительности спайка не наблюдалось.

У части РЕ вышеупомянутых функциональных групп наблюдалось исчезновение ответов через 15 мин от начала воздействия ЭМИ. Однако характер изменения порога, латентного периода и длительности потенциала действия у этих РЕ не отличался от таковых остальной части исследованных РЕ.

В случае, когда кожная поверхность облучалась в центре подошвы стопы, что соответствовало точке акупунктуры 1 VIII юн - цюань, наблюдалось подавление реакции на механический стимул через 15 мин у всех РЕ функциональных групп, которые располагались дистальнее по отношению к облучаемой точке. Ответы РЕ не восстанавливались по истечению нескольких часов.

Изменения электрофизиологических показателей ответов РЕ при воздействии ЭМИ на указанную точку отличались от таковых показателей ответов РЕ при облучении ЭМИ непосредственно в области расположения РЕ, а именно: пороги во всех трех группах возрастали, особенно у среднепороговых РЕ (рис. 1); величина латентного периода первоначально возрастала, затем уменьшалась и снова увеличивалась только у среднепороговых РЕ; длительность потенциала действия возрастала у РЕ всех трехфункциональных групп.

Из представленного материала следует, что при воздействии ЭМИ миллиметрового диапазона изменяются электрофизиологические параметры ответов РЕ кожи на механическое раздражение. Тем самым можно заключить, что в условиях воздействия ЭМИ характер и качество информации об изменениях внешней среды, поступающей в центральную нервную систему от сенсорных окончаний кожи, существенно видоизменяется и более того, в значительной степени пе-

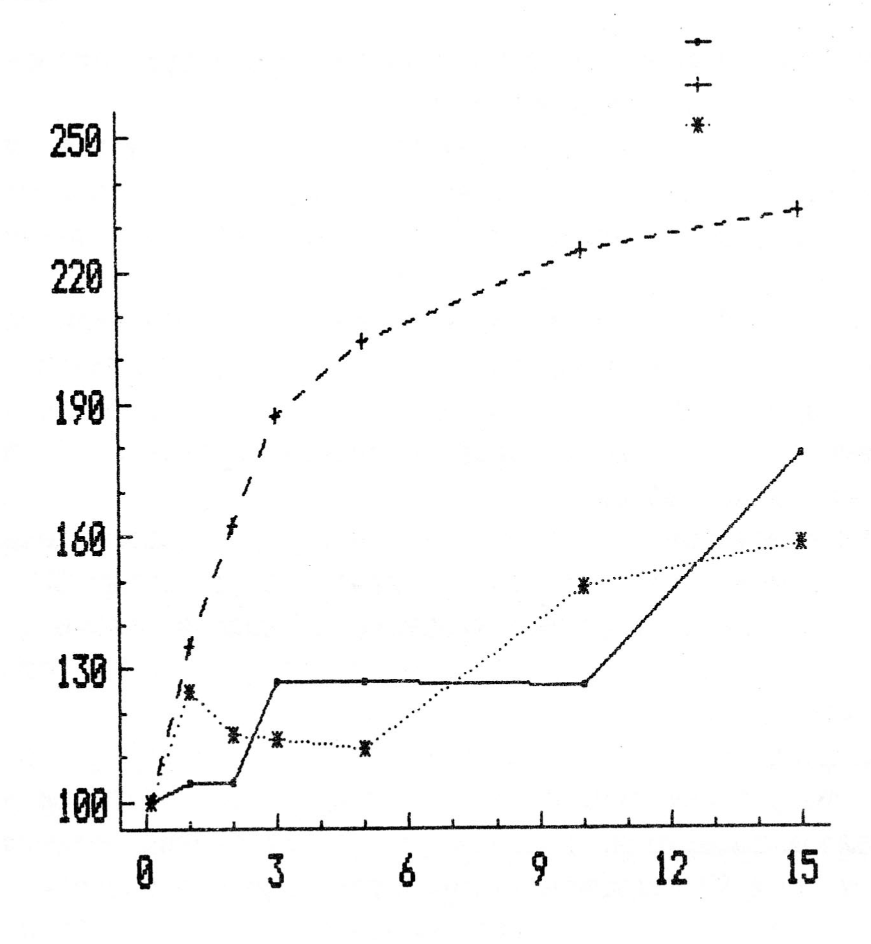


Рис.1. Зависимость величины порога РЕ кожи подошвы стопы от времени воздействия электромагнитного излучения (частота 73 ГГц) на акупунктурную точку.

По оси абсцисс - время облучения в мин, по оси ординат - изменение величины порога в % от исходного значения. 1 - низко-, 2 - средне-, 3 - высокопороговые РЕ.

редача информации от рецепторного аппарата кожи блокируется.

Что же касается причины изменчивости чувствительности РЕ кожи к механическому стимулу под влиянием ЭМИ, то это явление, по -видимому, нельзя обьяснить нарушением процессов трансформации механического раздражения в импульсную активность в рецепторном аппарате. Тем более, что элементы механорецептирующей мембраны сенсорного окончания электрически не возбудимы (3). Вполне возможно, что описанные выше явления связаны с изменением функциональных свойств электровозбудимой мембраны сенсорного окончания, на которой нарушаются процессы генерации импульсной активности под влиянием ЭМИ.

Исходя из представленных данных, по-видимому, можно следующим образом обьяснить причину наблюдаемых в клинике симптомов (возникновение ощущения тепла, холода, вибрации, парестезии и анестезии) у человека в результате воздействия на его кожные покровы ЭМИ миллиметрового диапазона малой интенсивности (1,4), а именно, следствием функциональной рассогласованности и блокировки механизмов кожной рецепции под влиянием облучения.

Литература

1. Антипов В.В., Давыдов Б.И., Тихончук В.С. Биологическое действие электромагнитных излучений микроволнового диапазона // Проблемы космической биологии .-М., Наука. -1980. -Т.40. -221с.

2. Енин Л.Д., Цирульников Е.М.,Потехина И.Л. Сравнительная функциональная характеристика рецепторных сруктур кожи животных и человека // Журн. эволюц. физиол., биохим. -1989. -Т.25- N3.-С.412-414.

3. Ильинский О.Б., Акоев Г.Н. Действие постоянного тока на одиночные механорецепторы // ДАН СССР. -1966. -Т.166. -N5. -С.1243-1245.

4. Малышев В.М.,Колесник Ф.А. Электромагнитные волны сверхвысокой частоты и их воздействие на человека // Л.,Медицина, -1968. -87 с.

5. Пресман А.С. Электромагнитные поля и живая природа // М., Наука, -1968. -288с.

6. Тягин Н.В. Клинические аспекты облучения СВЧ-диапазона // М.,Медицина. -1971. -173 с.

ВЛИЯНИЕ НЕТЕПЛОВОГО КВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ НА БИОЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ МЫШЦ

С.И.Геращенко, О.И.Писанко, Ю.Н.Муськин
Научно-производственное объединение "Сатурн"
Киев, 252148, ГСП-180, пр. 50 лет Октября, 2-б

Реферат. Экспериментально зарегистрировано изменение биоэлектрической активности мышц пациента, находящегося в гипнотическом состоянии, при действии ЭМИ физиологически активной частоты КВЧ-диапазона. Использование этих частот в КВЧ-терапии позволяет повысить ее эффективность.

Введение. Исследования последних лет по изучению влияния низкоинтенсивного электромагнитного излучения (ЭМИ) КВЧ-диапазона на высшие организмы, в частности на человека, обнаружили частотно-зависимые, "резонансные" эффекты, имеющие терапевтическое значение / I /. Дальнейшие работы показали, что можно получить лечебный эффект у большого количества пациентов, используя фиксированные частоты ЭМИ / 2 /. Это предопределило возможность разработки и применения в практической медицине аппаратов "Электроника-КВЧ-0I", "Явь-I-5,6" и "Явь-I-7,I", работающих на фиксированных частотах. Однако, использование частотно-зависимых физиологических эффектов для выбора частоты ЭМИ КВЧ-терапии позволяет значительно повысить эффективность лечения. Таким образом, актуальной задачей является нахождение достоверных физиологических критериев для определения индивидуальных физиологически активных частот ЭМИ КВЧ-диапазона.

Авторы ряда работ, в которых исследовалось влияние низкоинтенсивного ЭМИ на тоническое состояние мышц, отмечают частотно-зависимый отклик их спонтанной биоэлектрической активности, который, однако, носит неустойчивый слабо повторяющийся характер / 3 /. При этом отмечается, что устойчивость миографического отклика и сенсорные ощущения зависят от выраженности патологического процесса. Поиск устойчивой реакции организма на КВЧ-излучение привел нас к исследованию биоэлектрической активности мышц пациента, находящегося в гипнотическом состоянии.

Наиболее характерным признаком такого состояния является заторможенность двигательных функций. Начиная со второй стадии гипноза пациент не может совершать самопроизвольных движений, однако,

тонусом его мышц можно эффективно управлять / 4 /. Так как все скелетные мышцы организма имеют представительство в коре головного мозга, а с другой стороны, КВЧ-излучение влияет на тонус коры головного мозга / 5,6 /, то можно предположить, что тонус мышц в гипнотическом состоянии будет эффективным критерием для определения физиологически активных частот.

Результаты и обсуждение. Была разработана и реализована следующая методика. Из группы больных, страдающих пиодермией, отобраны больные с хорошей и средней внушаемостью. У обследуемого измеряли тонус ряда мышц, начиная с функционально более развитой мускулатуры, например, с мышц правой руки. В результате измерений определяли мышцу с максимальным тонусом. Конечность или участок тела, функционально анатомически связанный с этой мышцей, подвергали иммобилизации в среднефизиологическом оптимальном положении. У пациента вызывали гипнотическое состояние и суггестивно внушали мышечное напряжение в иммобилизированной конечности. Одновременно с внушением миографом "Biomedica" о.т.е. (Италия) измеряли биоэлектрическую активность мышц (БАМ). После того как БАМ достоверно превысила шумы аппаратуры, физиологические артефакты и приняла стационарный характер, т.е. возникла остаточная биоэлектрическая активность (ОБАМ), внушение прекращали и генератором Р2-69 или аппаратом "Электроника-КВЧ-03", состыкованными с рупорным облучателем, воздействовали на биологически активные точки (БАТ) плотностью потока мощности не более I мВт/см^2, свипируя частоту ЭМИ в диапазоне 53-78 ГГц. Учитывая резонансный характер биологических эффектов при действии ЭМИ КВЧ диапазона (по данным Н.Д.Девяткова и М.Б.Голанта полоса спектра действия составляет $f\cdot(10^{-2}-10^{-4})$, где f – частота ЭМИ), а также ввиду инерционности реакции организма на ЭМИ скорость свипирования частоты $\vartheta_{свип}$ (ГГц/с) ограничена:

$$\vartheta_{свип} \leqslant \frac{(10^{-2} \div 10^{-4})}{10 \div 20}.$$

Площадь облучения составляла 2,5 см^2. По индикатору частоты на генераторе КВЧ и визуальному устройству миографа определяли частоты, на которых изменяется ОБАМ / 7 /.

Зарегистрировано два типа зависимостей ОБАМ от частоты воздействующего ЭМИ в диапазоне 53-78 ГГц: "резонансная" рис. I и ступенчатая рис. 2. На определенных частотах ОБАМ устойчиво изменяется в 6-10 раз. В поверхностном гипнотическом состоянии под

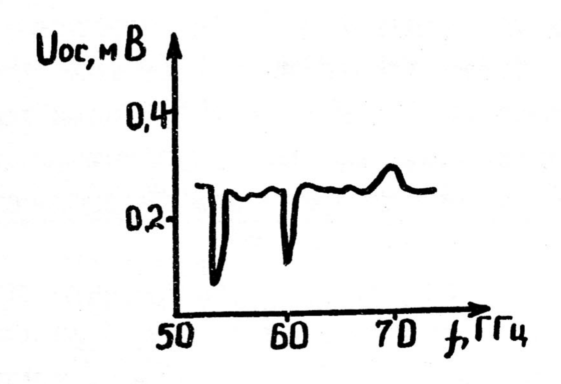


Рис.I. Зависимость ОБАМ от частоты КВЧ-излучения - "резонансная"

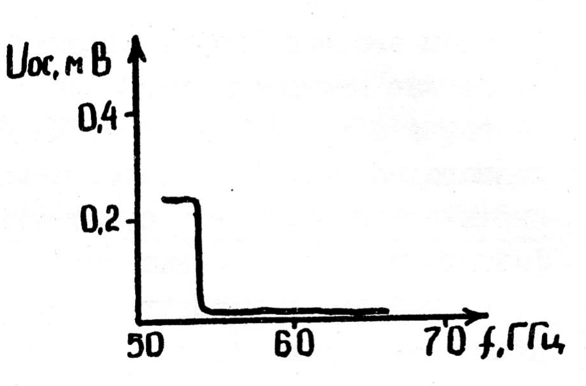


Рис.2. Зависимость ОБАМ от частоты КВЧ-излучения-ступенчатая

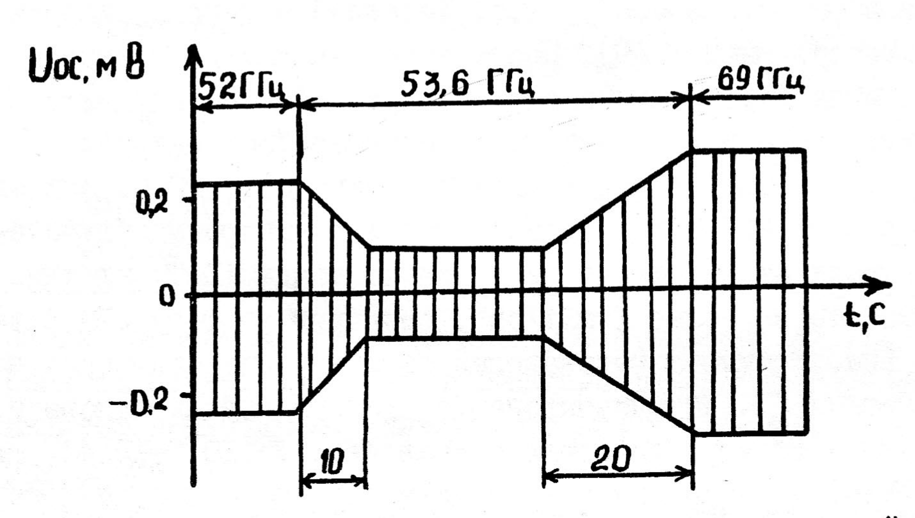


Рис.3. ОБАМ при изменении физиологически активной частоты КВЧ-излучения

влиянием ЭМИ, как правило, изменяется тонус мышц только иммобилизированной конечности. В глубоких стадиях гипноза резко усиливается частотная зависимость ОБАМ, при этом под влиянием ЭМИ изменяется тонус всех, в том числе антигравитационных, мышц. Частоты, на которых изменяется ОБАМ, проявляют физиологическую активность. При мгновенном изменении такой частоты ОБАМ изменяется линейно рис. 3 и стабилизируется через 10-20 секунд.

В ходе работы мы наблюдали также изменение восковидной каталепсической позы и ломку каталепсического моста под влиянием внешнего КВЧ-излучения. Эти феномены также могут использоваться для определения физиологически активных частот. Гипнотизируя пациента до момента получения восковидной каталепсии, мы оставляли руку пациента в поднятом состоянии и воздействовали на БАТ ЭМИ. На физиологически активной частоте рука падает или начинает совершать широкоамплитудные (10-20 см) движения.

В основу феноменологического объяснения этих явлений могут быть положены общеизвестный из Павловских работ феномен, заключающийся в зависимости индукционных процессов от тонуса коры головного мозга, и экспериментально зарегистрированное влияние ЭМИ на этот тонус / 5,6 /. Таким образом, один из вероятных механизмов действия локального КВЧ-излучения физиологически активной частоты на организм человека заключается в изменении тонуса коры головного мозга, что оказывает влияние на индукцию нервных процессов и ослабляет очаги патологического возбуждения нервных центров (последнее верно для частот, уменьшающих ОБАМ).

В ходе ограниченной клинической апробации на базе Киевского НИИК и ЭХ МЗ УССР был получен хорошо выраженный терапевтический эффект при лечении больных, страдающих хронической стрептостафилококковой пиодермией и псориазом. Курс КВЧ-терапии с применением ЭМИ на физиологически активных частотах, уменьшающих ОБАМ, прошли 18 больных пиодермией с преимущественной локализацией на коже лица и спины в возрасте 18-42 лет. Особенностью заболевания являлось длительное течение без ремиссий; резистентность возбудителя *in vivo* к антибиотикам. После первого сеанса у всех больных начался регресс пустулезных инфильтративных высыпаний. Микробиологические исследования инфильтративного экссудата, проводимые до и во время лечения, показали увеличение чувствительности возбудителя к антибиотикам и расширение спектра эффективных антибиотиков (табл.).

Таблица

Антибиотикограмма больной Р., полученная при исследовании содержимого пустул спины. Флора: стафилококк эпидермальный

Антибиотик	До лечения	Во время лечения
Пенициллин	н/ч	н/ч
Стрептомицин	н/ч	н/ч
Мономицин	ум. чув.	чув.
Эритромицин	н/ч	ум. чув.
Тетрациклин	н/ч	н/ч
Левомицетин	н/ч	н/ч
Неомицин	н/ч	чув.
Ристомицин	н/ч	н/ч
Олеандомицин	н/ч	н/ч
Метициллин	н/ч	-
Канамицин	ум. чув.	чув.
Гентамицин	чув.	чув.
Ампициллин	ум. чув.	н/ч
Линкомицин	н/ч	чув.
Доксициклин	н/ч	н/ч
Карбенициллин	чув.	н/ч
Фузидин	н/ч	чув.

После проведения курса лечения, состоявшего из 7-10 ежедневных сеансов КВЧ-терапии без применения фармакологических средств у 14 пациентов наступило клиническое выздоровление, у 4 - значительное улучшение.

Хороший терапевтический эффект получен при лечении данным способом псориаза. Из 8 больных распространенным псориазом, прошедших курс КВЧ-терапии на частотатх уменьшающих ОБАМ, у 6 наступило клиническое выздоровление, у 2 - значительное улучшение. Достигнутый терапевтический эффект сохраняется на протяжении более года.

Из приведенных данных видно, что частоты ЭМИ, найденные путем измерения ОБАМ, не только влияют на физиологические параметры организма, т.е. являются физиологически активными, но и вызывают терапевтический эффект, т.е. являются индивидуальными терапевтическими частотами.

Таким образом, ОБАМ, характеризующая тонус мышц в гипнотическом состоянии, может быть эффективным физиологическим критерием для определения индивидуальной терапевтической частоты ЭМИ при КВЧ-терапии.

Литература.

I. Девятков Н.Д., Бецкий О.В. Особенности взаимодействия миллиметрового излучения низкой интенсивности с биологическими объектами. В сб. "Применение миллиметрового излучения низкой интенсивности в биологии и медицине", М., ИРЭ АН СССР, 1985, с. 6-20.

2. Гассанов Л.Г., Зелинский В.А., Писанко О.И. и др. Применение электромагнитного КВЧ-излучения низкой интенсивности для лечения неосложненной гастродуоденальной язвы. - Электронная промышленность, 1987, вып. I. - с. 32.

3. Андреев Е.А., Белый М.У., Ситько С.П. Реакция организма человека на электромагнитное излучение миллиметрового диапазона - Вестник АН СССР, 1985, № I, - с. 24-32.

4. Слободяник А.П. Психотерапия, внушение, гипноз. - Киев.: Здоровье, 1983. - с. 184-186.

5. Гапонюк П.А., Стелбиков А.Е., Шерковина Т.Ю. и др. Влияние низкоинтенсивного ЭМИ миллиметрового диапазона на биоэлектрическую активность периферических и центральных нервных структур и системную гемодинамику больных гипертонической болезнью. - Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 1983, № 2, с. 14-18.

6. Алисов А.П., Оськин А.О., Саблин И.Н. и др. Предварительные результаты использования энцефалографических критериев для выбора терапевтической частоты электромагнитного излучения миллиметрового диапазона при лечении гастродуоденальных язв. УП Всесоюзный семинар "Применение КВЧ-излучения низкой интенсивности в биологии и медицине"-Тезисы докл. - М.: Изд. ИРЭ АН СССР, 1989. - с. 8.

7. Геращенко С.И., Пясецкий В.И., Писанко О.И. "Резонансная" зависимость остаточной биоэлектрической активности мышц в мм-диапазоне волн и определение физиологически активных частот ЭМИ. Межотраслевая конференция "Аппараты Электроника-КВЧ" в биологии и медицине. Тезисы докл. - М.: ВНИИМИ, 1990, - С. 29-33.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВЫСОКОКОГЕРЕНТНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ММ-ДИАПАЗОНА С БИОЛОГИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

О.Л.Колесник, В.С.Банников, О.Ю.Веденский

НИИ физических проблем

Москва, 103460

Реферат. Приведены результаты исследования воздействия электромагнитных волн низкой интенсивности ММ-диапазона на функционирование сетчатки изолированного глазного бокала *Rana temporaria*. Описан радиотехнический подход к анализу электроретинограммы (ЭРГ) сетчатки в реальном масштабе времени на основе аппарата автокорреляционных функций и их преобразования Фурье. Это позволило исследовать влияние КВЧ на спектральную плотность мощности (СПМ) собственных колебательных процессов в нейронах сетчатки и оценить уровень когерентности биомолекулярных осцилляторов не хуже 1 кГц в диапазоне до 160 ГГц. Полученные данные говорят о высокой когерентности собственных колебательных процессов в биосистемах и согласуются с концепцией о квантовой природе собственных биомолекулярных осцилляторов в живых системах, развиваемой в работах [1-3].

Введение. Нами сообщалось о наблюдении резонансного отклика естественной нейронной сети, состоящей примерно из 10^6 нейронов, сетчатки изолированного глазного бокала *Rana temporaria* на воздействие высококогерентного ($\Delta f/f < 10^{-6}$) электромагнитного излучения (ЭМИ) ММ-диапазона 30 - 160 ГГц, проявлявшегося в изменении амплитуды ЭРГ [1]. Там же, а также в [2,3] описаны результаты исследования прямого взаимодействия автодина на базе генератора дифракционного излучения (ГДИ-автодина) с живой сетчаткой, которые говорят в пользу существования в живых системах собственных высокодобротных осцилляторов, непосредственно участвующих в биологических информационных процессах, и обсуждалась их возможная квантовая природа как биомолекулярных аналогов переходов Джозефсона.

В настоящей работе, в развитие указанных исследований приводятся результаты анализа спектрального состава ЭРГ в зависимости от частоты ЭМИ.

Результаты и обсуждение. Для исследования ЭРГ использовались стандартные методики и КВЧ-аппаратура, детально описанные в [I], причем для спектрального анализа ЭРГ дополнительно использовался измеритель корреляционных функций с блоком преобразования Фурье типа Х6-8.

Сетчатка при действии на нее импульсов света длительностью 0,Iс и частотой 0,5 - 5 Гц откликается генерированием электрических импульсов такой же частоты длительностью по уровню 0,5 0,2÷0,5с и амплитудой 0,2 ÷ 0,5 мВ. Было замечено, что при воздействии ЭМИ на объект изменяется не только амплитуда, но и форма импульсов ЭРГ, что свидетельствует об изменении спектрального состава результирующего электрического сигнала биообъекта (см.рис.I). Поэтому для исследования колебательных процессов в системе нейронов сетчатки был использован аппарат автокорреляционных функций и их преобразования Фурье, то есть исследуемым параметром, по которому оценивалась динамика поведения колебательной системы объекта, являлась СПМ ЭРГ. Эта характеристика является одной из важнейших для описания колебательного процесса, так как она определяет долю общей мощности, приходящуюся на каждую спектральную компоненту. Автокорреляционная функция колебательного процесса $x(t)$ имеет вид:

$$R_{xx}(\tau) = \frac{1}{T}\int x(t)\,x(t-\tau)\,dt, \qquad \text{(I)}$$

где T - время усреднения, τ - время задержки, а СПМ в свою очередь, определяется преобразованием Фурье функции $R_{xx}(\tau)$:

$$F_{xx}(\omega) = 1/2\pi \int_{-\infty}^{+\infty} R_{xx}(\tau)\, e^{i2\pi\omega\tau}\, d\tau. \qquad (2)$$

Измерения данных функций проводилось в эксперименте в реальном масштабе времени, причем $F(\omega)$ записывалась на самописце. С целью снижения аппаратурной ошибки время усредненная составляло Т=I мин (60 импульсов света) при за-

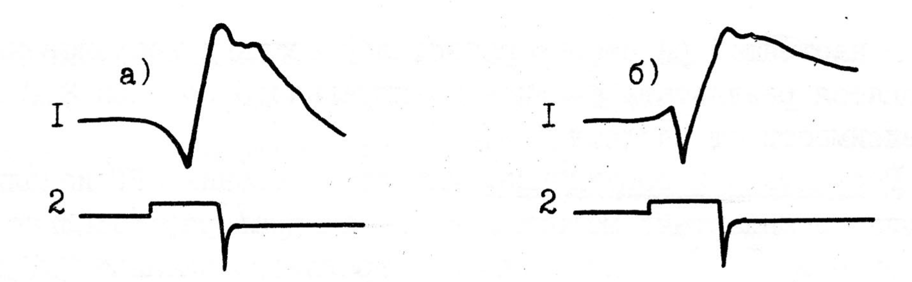


Рис.I. Пример ЭРГ сетчатки при импульсном световом воздействии – I. а) контроль, б) – облучение КВЧ = = I55 ГГц, I0 мин от начала облучения; 2 – осциллограмма на фотодиоде от вспышки

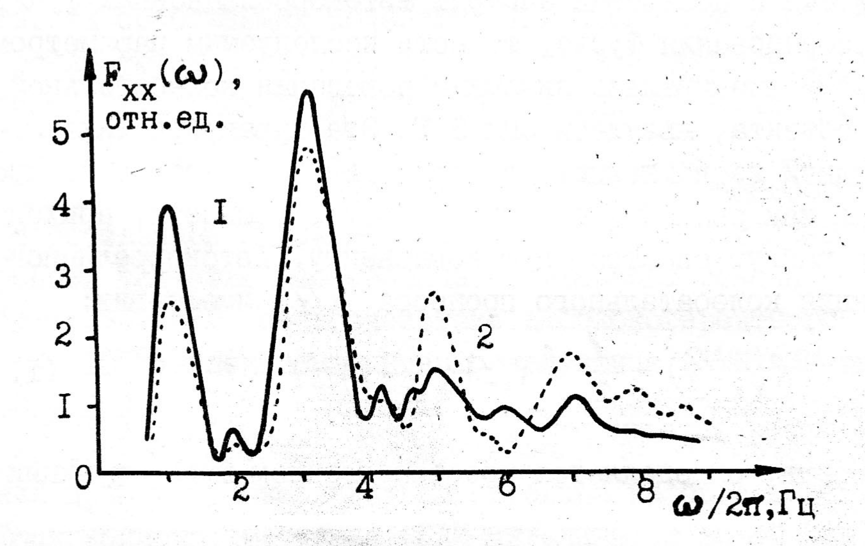


Рис.2. СПМ ЭРГ: I – частота следования световых вспышек f = I Гц; f = 5 Гц

держке τ = 100 мс. Типичный СПМ ЭРГ для двух частот следования импульсов света представлен на рис.2. Из рисунка видно, что энергия колебательного процесса распределяется в полосе частот от 0 до 9 Гц, причем имеют место гармоники СПМ, соответствующие дискретным частотам. При увеличении частоты светового воздействия изменяется характер автоколебательного процесса, что проявляется в перераспределении энергии в спектре ЭРГ в сторону больших частот.

На рис.3 представлены данные по воздействию ЭМИ интенсивностью 0,1 мВт/см^2 на сетчатку. Во-первых, общим для ряда частот ЭМИ является, что в СПМ не возникает новых гармоник, что свидетельствует о высоком уровне когерентности взаимодействия внешнего ЭМИ с нейронами сетчатки. Причем уровень СПМ для разных частот ЭМИ различен, что говорит о неспецифическом частотно-зависимом воздействии ЭМИ на "обрабатывающую" часть сетчатки - нейронную сеть. Следовательно, можно предположить, что "узость" спектральных линий собственных осцилляторов в нейронах сетчатки может быть оценена из предположения, что она снизу ограничена шириной информационных полос собственных колебаний, равной 1 Гц, а сверху - шириной спектральной линии ЭМИ ГДИ, которая для данного случая равна около 1 кГц:

$$1\,\text{Гц} \leq \Delta f \leq 1\,\text{кГц}. \qquad (3)$$

Этот вывод подтверждается также тем экспериментальным фактом, что на частоте 160 ГГц имеет место резкое уменьшение СПМ, что возможно только при значительном подавлении колебательного процесса в клетках, осуществляемого в пределах спектральной полосы колебаний.

Следует отметить, что в отличие от наших исследований СПМ сетчатки при воздействии светом различного цвета (будет опубликовано), что позволило выделить в СПМ характерные особенности, отражающие фотохимические процессы в палочках и колбочках, приведенные здесь данные исследования СПМ при воздействии ЭМИ носят явно нелинейный характер, отражающий неэргодичность живой системы.

Полученные данные говорят о высокой когерентности собственных информационных процессов в биосистемах и согласуются с сделанными нами выводами о квантовой природе собственных биомолекулярных осцилляторов в живых системах на основе экспериментов по прямому электромагнитному взаимодействию ГДИ-автодинов с биообъектами [2,3], а также в работе [4].

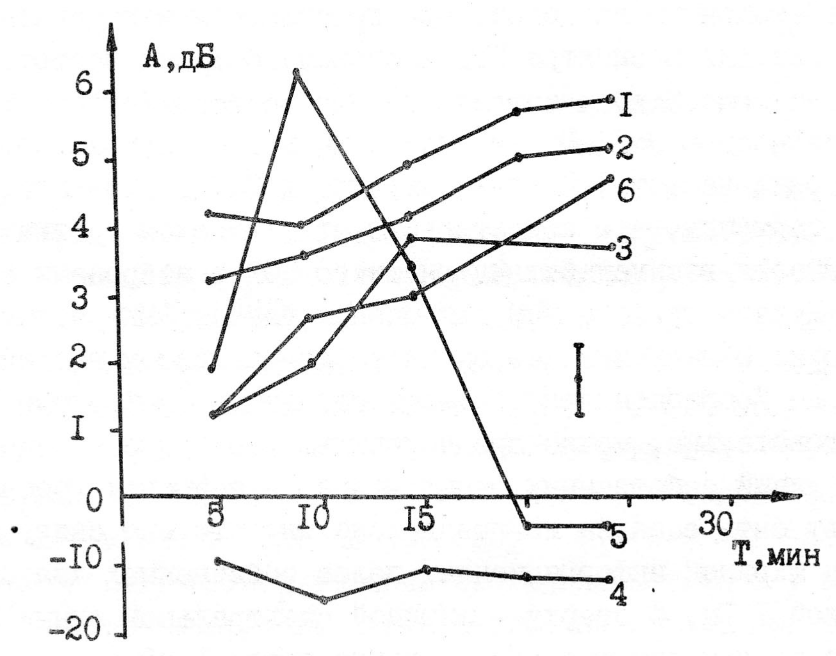


Рис.3. Относительное изменение СПМ при воздействии КВЧ-излучения ($A = 10 \lg F_x'/F_x$) частотой: I - I48 ГГц, 2 - I46 ГГц, 3 - I39 ГГц, 4 - I60 ГГц, 5 - I20 ГГц, 6 - I32 ГГц

Литература

I. О.Л.Колесник, О.Ю.Веденский, В.С.Банников. В сб. Миллиметровые волны в медицине и биологии: М., ИРЭ АН СССР, I99I, в печати.
2. В.С.Банников, О.Ю.Веденский, Г.П.Ермак, О.Л.Колесник, В.П.Шестопалов. Докл. АН СССР, Т.3I5, №3, I990, С.733.
3. В.С.Банников, О.Ю.Веденский, Г.П.Ермак, О.Л.Колесник, В.П.Шестопалов. Докл. АН УССР, сер.А,№9, I990, С.46.
4. E.Del Giudice, S.Doglia, M.Milani and G.Vitiello, Biological Coherence and Response to External stimuli, Springer-Verlag, 1988, P.49.

INTERACTION OF HIGHLY COHERENT MICROWAVES WITH A BIOLOGICAL OBJECTS

O.L.Kolesnik, V.S.Bannikov, O.Yu.Vedenskii
Zelenograd Research Institute of Physical Problems,
USSR, 103460

The results of the investigation of influence of low power density extremely high frequency electromagnetic waves on functioning of a natural neuron network of about 10^6 neurons, the network being taken from the eyeball back retina of Rana temporaria, is presented.

Radio engineering approach to analysis of the electroretinagram (ERG) of retina in real time dimension on the basis of autocorrelation function of ERG and its Fourier transform is described. This approach gave us the possibility to investigate an effect of microwaves on the spectral power density of the own oscillations in the retina neurons and estimate the coherence level of the biomolecular oscillators not worse than 1 kHz in the operating range up to 160 GHZ. Obtained results improve the hypothesis that in living cells exist highly coherent states, having possibly the quantum basis.

ВОСПРИЯТИЕ ЭМИ ММ ДИАПАЗОНА ЭЛЕКТРОРЕЦЕПТОРАМИ СКАТОВ

Г.Н.Акоев, В.Д.Авелев, П.Г.Семеньков,
Институт физиологии им. И.П.Павлова АН СССР,
Ленинград, 199034, наб. Макарова 6,
Карадагский филиал Института биологии Южных
морей АН УССР, 334876, г.Судак

Реферат. Электрорецепторы скатов реагируют изменением фоновой импульсной активности в ответ на облучение ММ волнами пор каналов ампул Лоренцини. Обнаружены возбуждающие и тормозящие фоновую активность влияния электромагнитного излучения ММ диапазона /ЭМИ/. Порог возбуждающих влияний был ниже тормозных и соответствовал 0.5–1 мВт/см^2. При этом нагрев поры составлял 0.03 – 0.07^{o}. Тормозные влияния проявлялись при нагреве поры ЭМИ более 0.1^{o}С. Возбуждающие и тормозные ответы электрорецепторов были двух типов – быстро – /1–3 мин/ и медленно – /10–15 мин/ адаптирующиеся. Быстро адаптирующиеся ответы появлялись на включение и выключение ЭМИ по принципу " on" и " off"-ответов. Медленно адаптирующиеся реакции наблюдались только у высокочувствительных рецепторов и, как правило, возникали при помещении волновода от поры на расстоянии 15–20 мм. Максимальные ответы ЭМИ наблюдались при длине волны 5.6 мм. Делается вывод, что возбуждающие влияния связаны с сенсорным восприятием ЭМИ электрорецепторами, а тормозные влияния в основном обусловлены локальным нагревом поры каналов ампул Лоренцини.

Введение. Электрорецепторы /ампулы Лоренцини/ рыб являются самыми чувствительными рецепторами, воспринимающими электрические поля и электромагнитное излучение низкой частоты /1/. В настоящее время есть данные о восприятии ампулами Лоренцини ЭМИ крайне высоких частот /КВЧ/ /2/. Цель настоящей работы заключалась в исследовании эффектов воздействия ЭМИ КВЧ на поры электрорецепторов и окружающие их кожные покровы.

Результаты и обсуждение. Опыты выполнены на черноморских шиповатых скатах Raja clavata и хвостоколах Dasyatis pasti-

наса, обладающих наиболее чувствительными электрорецепторами среди морских рыб. Скатов наркотизировали внутрибрюшинно смесью хлоралозы с нембуталом / 30 и 10 мг/кг / и переводили на искусственное дыхание морской водой с температурой 10–12°С. Исследовали импульсную активность одиночных нервных волокон, иннервирующих ампулы Лоренцини мандибулярной группы. Потенциалы действия отводили с помощью "вазелинового мостика". Частоту импульсной активности после интегрирования / постоянная времени 1 с / непрерывно регистрировали на ленте самопишущего прибора. Идентификацию поры электрорецептора, иннервируемого исследуемым волокном, производили методом точечной электрической стимуляции кожи ската. Облучение поры электрорецептора ММ волнами осуществляли с помощью гибкого диэлектрического волновода сечением 3х5 мм с расстояния 1–20 мм в воздушной среде. Источником ЭМИ КВЧ служил генератор Г4–141, работающий в режиме непрерывной генерации. В облучаемой области измеряли температуру кожных покровов с точностью до 0.01 градуса с помощью специального микротермистера.

Исследование выполнено на 170 электрорецепторах шиповатых скатов и хвостоколов. Существенной разницы в результатах не обнаружено. Электрорецепторы имели равномерную фоновую импульсную активность от 16 до 30 имп/с и обладали высокой чувствительностью к тестирующему электрическому току. При облучении поры ампулярного канала ММ волнами обнаружено два типа независимых реакций – увеличение и снижение фоновой активности. Эти реакции возникали либо совместно, либо одна из них могла отсутствовать в зависимости от условий облучения и чувствительности рецептора. Наиболее чувствительные рецепторы реагировали на включение облучения повышением частоты фоновой импульсации / 20–40% / при плотностях потока энергии /ППЭ/ 1–4 мВт/см^2. Пороговые значения ППЭ составляли 0.5–1 мВт/см^2. Повышенная частота импульсации удерживалась в течение 0.5–1.5 мин, а затем рецептор адаптировался и частота разрядов возвращалась к норме /рис. 1А, 2А/. Нагрев кожи в области поры при таких ППЭ не превышал 0.1°С. Усиление ППЭ выше 7–10 мВт/см^2, что соответствовало повышению температуры кожи больше 0.1°С, вызывало вслед за усилением час-

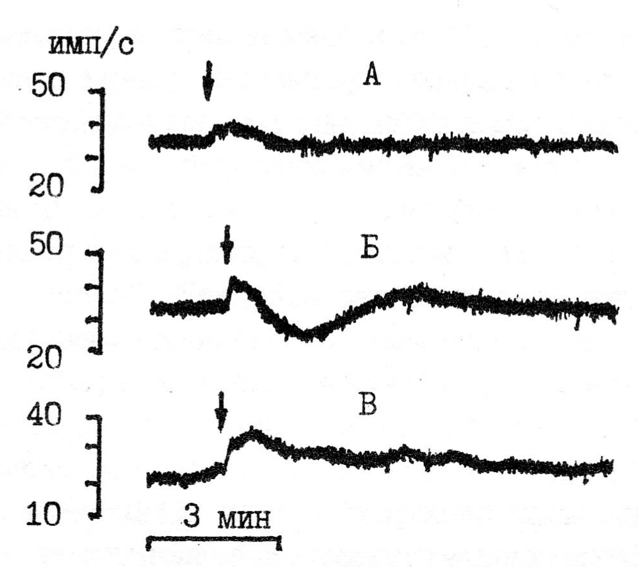


Рис.1. Ответы ампул Лоренцини на непрерывное облучение поры ММ волнами. Реакция: на А – ППЭ 4 мВт/см^2, Б-ППЭ 80 мВт/см^2 В-ППЭ 1.5 мВТ/см^2. Волновод над порой на расстоянии:А,Б-3мм В-20 мм.Стрелки-момент включения ЭМИ частотой 53,57 ГГц.

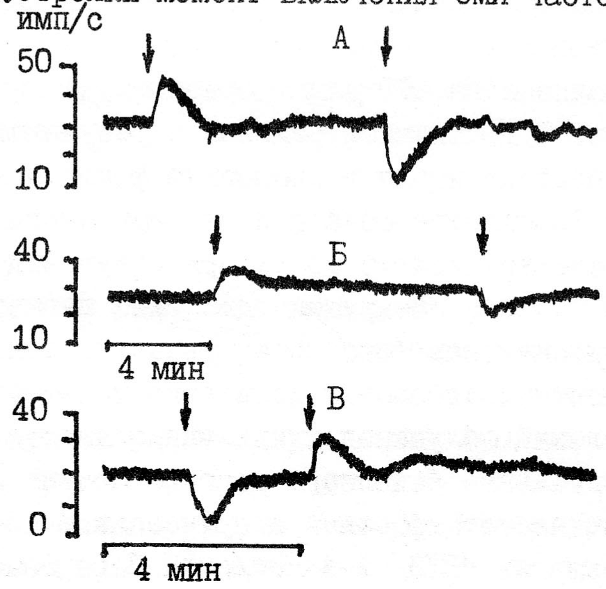


Рис.2. Ответы ампул Лоренцини на включение и выключение ЭМИ. А,В-быстро-, Б-медленноадаптирующиеся реакции.Реакции: на А-ППЭ 5 мВт/см^2, Б-ППЭ 1,5 мВт/см^2, В-ППЭ 80 мВт/см^2. Стрелки- моменты включения и выключения ЭМИ частотой 53,57 ГГц.

тоты разрядов более длительное /1.5–3 мин/ ее снижение /30–50%/, т.е. развитие тормозных процессов / рис. 1Б /. При достижении стационарного уровня нагрева кожи рецептор постепенно адаптировался, причем наблюдалась фаза овершута. Глубина торможения фоновой импульсации зависела от прироста температуры нагрева кожи. При больших интенсивностях ЭМИ / ППЭ больше 100 мВт/см^2 / и, соответственно, повышении температуры кожи в зоне облучения на 2–4°С наблюдалось полное торможение фоновой активности. У рецепторов с пониженной чувствительностью возбуждающая фаза отсутствовала и наблюдалась только тормозная реакция / рис.2В /. Выключение ЭМИ вызывало развитие противоположных процессов как в случае возбудительных, так и тормозных ответов, т.е. электрорецептор реагировал на включение и выключение ЭМИ КВЧ по типу " on " и " off" ответов / рис. 2 /.

Необходимо подчеркнуть, что пороговые значения ППЭ ЭМИ, вызывающие тормозные ответы были выше пороговых значений ППЭ возбуждающих ответов. Варьируя интенсивность ЭМИ можно было разделить эти две фазы в реакции рецепторов / рис. 1 А,Б /. Контрольные эксперименты по влиянию инфракрасного излучения на поры ампул Лоренцини показали, что при повышении температуры в этой области на 1–6°С возникали тормозные реакции электрорецептров. Ранее такой же тип реакций был описан при повышении температуры морской воды в области поры ампулы Лоренцини скатов / 3 /. Таким образом тормозные влияния ЭМИ на электрорецепторы обусловлены повышением температуры в области облучения.

В ряде экспериментов уменьшение ППЭ ЭМИ достигалось увеличением расстояния между порой электрорецептора и волноводом. Удаление волновода от поры на расстояние от 1 до 20 мм приводило к уменьшению амплитуды возбуждающей фазы и полному исчезновению тормозной фазы. На расстоянии 20 мм волновода от поры и ППЭ 1.5 мВт/см^2 рецептор реагировал медленноадаптирующимся повышением частоты разрядов / рис. 1В /..В момент включения ЭМИ наблюдалась динамическая фаза с последующей адаптацией импульсной активности до некоторого стационарного уровня, который постепенно уменьшался в течение 10–15 мин. На выключение ЭМИ возникала динамическая фаза обратного знака, которая затем плавно уменьша-

лась / рис. 2Б /. Таким образом, ММ волны в дальней зоне облучения вызывают возбуждающие медленноадаптирующиеся реакции электрорецепторов. В ближней зоне облучения эти реакции, по-видимому, маскируются более мощными тормозными реакциями, обусловленными тепловыми эффектами ЭМИ. Исследования зависимости реакций от частоты ЭМИ показали, что наибольшие эффекты возникают на частоте 55 ГГц.

В заключение следует подчеркнуть, что в настоящих экспериментах впервые показано восприятие ЭМИ ММ диапазона низкой интенсивности сенсорными рецепторами. В данном случае речь идет именно о восприятии, а не о влиянии ЭМИ, поскольку в этих процессах участвуют все элементы сенсорного органа, как и в случае рецепции низкочастотных электрических сигналов. Можно полагать, что механизм восприятия ампулами Лоренцини ЭМИ КВЧ основывается на детектировании высокочастотного поля стенкой ампулярного канала и кожей ската. Следует отметить, что при воздействии ЭМИ на пору канала рецепторная клетка может реагировать только на изменение разности электрических потенциалов между порой и внутренней средой, окружающей базальную мембрану рецепторной клетки. Ампулы Лоренцини, в которых располагается чувствительный эпителий с рецепторными клетками, находятся в подкожной клетчатке далеко в стороне от места выхода ампулярного канала на кожную поверхность / в данном случае 2-4 см от места облучения /. Учитывая наличие возбудющей и тормозной фаз в реакциях рецепторов можно полагать, что структуры, которые подвергаются воздействию ЭМИ, генерируют противоположные по знаку потенциалы. Приходится допустить существование двух независимых механизмов. Первый обусловливает преобразование энергии ЭМИ КВЧ в возбуждающий электрический потенциал, второй преобразует тепловые влияния в тормозящий потенциал. Наибольший интерес представляют длительные возбуждающие реакции ампул Лоренцини на ЭМИ низкой интенсивности. Возможно в этих реакциях наиболее отчетливо проявляется специфика воздействия ЭМИ КВЧ в отличие от низкочастотных электрических стимулов, поскольку известно, что ампулы Лоренцини полностью адаптируются к низкочастотным стимулам в течение нескольких минут / 1,4 /. Можно полагать, что именно длительные

возбуждающие реакции обусловливают положительные терапевтические эффекты ЭМИ КВЧ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Броун Г.Р., Ильинский О.Б. Физиология электрорецепторов. - Л. Наука, 1984 - С.247.
2. Акоев Г.Н., Авелев В.Д., Семеньков П.Г. Восприятие электромагнитного излучения миллиметрового диапазона электрорецепторами скатов.// Тез. докл. X Всесоюз. совещ. по эволюц. физиол. - Л.: Наука, 1990, - С.45
3. Броун Г.Р., Говардовский В.И. Кожный механизм температурной чувствительности электрорецепторов ампул Лоренцини.// Нейрофизиолог. - 1981.- Т.13, №3. - С. 307-314.
4. Akoev G.N., Ilyinsky O.B., Zadan P.M. Physiological properties of electroreceptors of marine skates.// Comp. Biochem. Physiol. - 1976 - Vol. 53A,N 3, P.201-209.

SUMMARY

The effect of low-intensity millimeter-wawe radiation / 37-57 Ghz / on the ampullae of Lorenzini of Black Sea skates / Raja clavata and Dasyatis pastinaca / was studied. The onset of millimeter-wawe irradiation at the distance of 1-20 mm from the duct opening produced a transient increase in the firing rates of single unites followed by adaptation to the initial level. The reverse effect was observed after offset of irradiation. The thresholds of the clear-cut responses were as low as 0.5-1 mW cm^{-2}. The microwave-induced temperature increase at the skin surface was found to be less than 0.1°C at this power density. The increase the power density of millimeter-wave radiation and skin surface temperature more than 0.1°C evoked the decrease the resting activity. The maximal effect of millimeter wave radiation was shown to be at 55 GHz. The mechanism of the effect of low-intensity millimeter-wave radiation on the ampullae of Lorenzini will be discussed.

THE SYSTEMIC EFFECT OF LOCAL EXPOSURE OF LOW INTENSITY MICROWAVE IRRADIATION

Süleyman DAŞDAĞ *, Bener ŞEN **, Salih ÇELİK *, Zülküf AKDAĞ *, Yusuf Alioğlu **

*Department of Biophysics,Medical Faculty of Dicle University,

**Department of Orthopaedics and Traumatology,Medical Faculty of Dicle University,Diyarbakır,TÜRKİYE

The purpose of this study is to investigate the systemic effects of local microwave exposure that may cause problems during fracture healing by microwave exposure.

According to the results of this study, mean lymphocyte count was decreased(37.14 %) and mean polymorphonuclear leucocyte count was increased(50.27 %). These findings were statistically significant(P<.001). There were no changes in other blood parameters, such as total leucocyte count. According to these results microwave irradiation exposure may accelerate and facilitate the inflammatory stage of fracture healing. Then an investigation on the effects of local microwave exposure on fracture healing will be profitable.

INTRODUCTION

There are many investigations performed with microwave energy which have revealed different biological effects in the human body. However the relation of frequency, density and the size of exposed area to biological changes caused by microwaves must be noted(1,2,3,4,5,6,8).

A description of basic physical characteristic of microwave and RF radiation, the methods of measurement of such fields, a summary of the known modes of interaction of these radiations with biological systems, a discussion of the biological effects of microwave and RF radiation and a rewiev of the standards for human exposure have been presented by Cleary(3). Early investigations of the effects of microwave radiation on blood-forming organs tended to be of relatively short duration and at high field intensities, Deichman et al. investigated the change of hematologic parameters of Osborn-Mendel, CFN and fischer rats(4). The hematologic effects of microwave on the hemopoietic system of dogs were observed by Michaelson et al.(9), and the in vivo and in vitro effects of microwaves on the hematologic parameters and serum or plasma components were investigated by many scientists (1,2,3,4,5,6,8,9,10).

We are planning to eliminate problems during fracture healing and to facilitate bone healing period by microwave irradiation. Therefore the aim of this study is to investigate the systemic effects of local microwave exposure.

MATERIAL AND METHOD

Twenty Swiss albino rats were used in this study. Low intensity 9.450 MHz microwave irradiation(3 weeks,10 min/day) was applied(by Klystron,Phywe A.G., out Power : 25 mW) to the right lower extremities of the experimental group(n : 10) in a special plexyglass apparatus. At the end of the third week, blood specimens were obteined from all rats immediately following exposure and analysed quantitatively. Nothing was done in the control group(n : 10) and blood specimens were taken synchronously. Follow ups were done in metal cages during the study.

Quantitative results were analysed statistically with the impaired Student's t-test.

RESULTS AND DISCUSSION

At the end of the study, there are no significant differences in hematocrit,red blood cell and total white blood cell counts between the two groups. Results of analysed blood specimens are given in the following tables and figures.

However, in the experimental group,which were exposed to microwaves, total lymphocyte count was decreased 37.1 per cent(P<.001) and polymorphonuclear leucocyte count was increased 50.2 per cent(P<.001). Eosinophil and basophil count was zero in the control group, and the eosinophil mean countss were 2 per cent and basophil

Specimens	Erythrocytes million/ mm^3	Leucocytes Thousand/ mm^3	Hemoglobin %	Hematocrit %	Polymorphonuclear Leucocytes %	Lymphocytes %	Eosinofil %	Basofil %	Monocytes %
1	5.300.000	8.000	100	49	35	63	-	-	2
2	5.150.000	6.200	100	50	30	70	-	-	-
3	4.900.000	7.000	97	47	18	80	-	-	2
4	5.400.000	9.200	102	51	40	60	-	-	-
5	3.400.000	4.200	70	36	42	58	-	-	-
6	4.890.000	7.700	97	48	36	64	-	-	-
7	4.800.000	9.600	89	43	28	70	-	-	2
8	4.860.000	8.600	91	45	32	66	-	-	2
9	5.160.000	9.000	104	50	54	46	-	-	-
10	5.400.000	8.400	110	52	44	54	-	-	2
$\overline{X}$	4.926.000	7.790	96	47.1	35.9	63.1	-	-	1

Table-1 The Results of Control Group

Specimens	Erythrocytes million/ mm^3	Leucocytes Thousand/ mm^3	Hemoglobin %	Hematocrit %	Polymorphonuclear Leucocytes %	Lymphocytes %	Eosinofil %	Basofil %	Monocytes %
1	4.200.000	4.400	88	48	68	28	2	2	-
2	5.200.000	10.800	100	49	78	12	4	6	-
3	3.760.000	8.200	76	33	50	42	2	-	6
4	5.400.000	7.000	102	47	68	30	-	-	2
5	4.900.000	9.000	99	47	80	18	2	-	-
6	3.900.000	6.400	79	46	82	10	4	4	-
7	4.320.000	4.000	87	44	80	18	2	-	-
8	4.220.000	7.200	86	45	88	10	2	-	-
9	4.480.000	13.000	90	48	68	28	-	4	-
10	4.900.000	4.400	99	47	54	38	2	2	4
$\overline{X}$	4.528.000	7.700	90.6	45.1	71.6	23.4	2	1.8	1.2

Table-2 The Results of Experimental Group

Table -3 Hemopoietic Effects in Swiss Albino Rats for 10 min/day to 25 mW Out Power (21 days, local exposure)

Parameters	Number of Control Group Rats	Number of Rats Exposed	Control Group ($\bar{X}$,±SD)	Immediately After Exposure ($\bar{X}$,±SD)
Erythrocytes (Million/mm3)	10	10	4.926,±0.528	4.528,±0.549
Total Leucocytes (Thousand / mm3)	10	10	7.790,±1627.848	7.7,±2731.3
			Per Cent (X,±SD)	Per Cent (X,±SD)
Hemoglobin	10	10	96.0,±10.954	90.6,±9.119
Hematocrit	10	10	47.1,±4.771	45.1,±4.508
Polymorphonuclear Leucocytes	10	10	35.9,±8.825	71.6,±12.357
Lymphocytes	10	10	63.1,±8.543	23.4,±11.510
Eosinofil	10	10		2.0
Basofil	10	10		1.8
Monocytes	10	10	1	1.2

Continuous waves, room temperature 20±1 °C

Figure -1 Erythrocytes of Control(C) and experimental(E) Groups

Figure -2 Leucocytes of Control and Experimental Groups

Figure -3 Hemoglobin Levels of Control(C) and experimental(E) Groups

Figure -4 Hematocrit Levels of Control(C) and experimental(E) Groups

Figure -5 Polymorphonuclear Leucocytes of Control(C) and experimental(E) Groups

Figure -6 Lymphocytes of Control(C) and experimental(E) Groups

	Control Group $\bar{X}\pm SD$	Experimental Group $\bar{X}\pm SD$	t	P
Hemoglobin	96.0,±10.954	90.6,±9.119	1.198	P>0.05
Hematocrit	47.1,±4.771	45.1,±4.508	0.963	P>0.05
Erythrocytes	4.926,±0.582	4.528,±0.549	1.573	P>0.05
Leucocytes	7790,±1627.84	7700,±2731.3	0.089	P>0.05
Lymphocytes	63.1,±8.543	23.4,±11.510	8.758	P<0.001
Polymorphonuclear Leucocytes	35.9,±8.825	71.6,±12.357	7.434	P<0.001

Table -4 The Statistical Analysis of Control and Experimental Groups

1.8 per cent in the experimental group. Mean thrombocyte count was sufficient in both groups.In vivo and in vitro experimental studies were performed by various investigators about microwaves(3,4,9,10,11,12).

All the values which were changed during the microwave exposure procedure returns back to normal seven days after the exposure(3). In addition changes in white blood cell(wbc), red blood cell(rbc), hemoglobin(Hb), Hematocrit (Htc), lymphocyte and polymorphonuclear leucocyte(pnl) counts are reported differently in the literature(3,4). Hemopoietic system changes with microwave are variable and related to frequency and density of energy, exposure time and size of exposed area of the body(1,2,3,4,5,6,8,9).

The study which was performed by Deichman et al.(4) supports our results. The only significant difference between Deichman's and ours is the total wbc count decrease in their study.

Pnl and macrophage migration is essantial for the inflammatory stage of fracture healing(7). Therefore we surmised that the effects of microwave exposure on bone healing were through increased migration of pnl to the fracture site. So fracture healing will be facilitated and the inflammatory stage will be shortened.

CONCLUSION

According to our results microwave irradiation exposure may accelerate and facilitate the inflammatory stage of fracture healing. An investigation on the effects of local microwave exposure on fracture healing may be worthwile.

REFERENCES

1. Brent, R.L. : The effect of embriyonic and fetal exposure to X-ray,microwaves, and ultrasound: Counseling the pregnant and nonpregnant patient about these risks. Seminars in Oncology,16(5) : 347-68,1989.

2. Budd, R.A. and Czerski, P. : Modulation of mammalian immunity by electromagnetic radiation. J. Microwave Power, 20(4) : 217-31,1985.

3. Cleary, S.F. : Biological effects of microwave and radiofrequency radiation. CRC Critical Reviews in Environmental Control : 7(2) : 121-66,1977.

4. Deichmann, W.B., Miale, J., and Landeen, K. : Effect of microwave radiation on the hemopoietic system of rat. Toxicology and Applied Pharmacology : 6, 71-77,1964.

5. Joines, W.T., Shrivastav, S., Jirtle, R.L. : A comparison using tissue electrical properties and temperature rise to determine relative absorption df microwave power in malignant tissue. Med.Phys. 16(6) : 840-44,1989.

6. Nishimura, Y., Akuta, K., Hiraoka, M., Masunaga. S., Nagata, Y.,Takahashi, M., Abe, M., and Koizumi, K. : Initial clinical results of a 430 MHz microwave hyperthermia system using a lens applicator. Radiotherapy and Oncology, 17 : 219-227,1990.

7. Rockwood, C.A. and Green, D.P. : Fractures, in adults. Second ed. J.B. Lippincott Co., Philadelphia, 1984 : p : 147.

8. Bohrer, M.D., Terry, M.A., Graves, D.C., and Taylor, E.M. : Microwave sterilization of hydrophylic contact lenses. Am. J. Ophtalmology. 101 : 45-57,1986.

9. Michaelson, S.M., Thompson, R.A.E., El Tamami, M.J., Seth, H.S., and Howland, W. :The hematologic effects of microwave exposure, Aerosp.Med.,35, 824-829, sept.1964.

10. Daşdağ, S., Çelik, S., Şendur, F., Erdal, M.E., Akşen, F., Kaya, A., Karahan, Ö. : The effects of microwave using at therapy on the plasma proteins and T3- T4 levels. The 8th Balkan Biochemical and Biophysical Days. 10-14 Sept.1990. Cluj-Napoca,ROMANIA.

11. Sengir, O. : Fizik Tedavi Kitabı.İstanbul Tıp Fakültesi Yayınlarından.Bayrak Matbaacılık, İstanbul,1989, p : 74.

12. Şeker, S. : Elektromagnetik dalgaların biyolojik etkileri ve güvenlik standartları. B.Ü.,Biyo-Medical Mühendisliği Bülteni, No : 2,21-5,1985.

TO DETERMINE THE LEVEL OF T_3-T_4, TOTAL PROTEIN AND SERUM PROTEINS WHO WERE EXPOSED BY MICROWAVE

Salih ÇELİK *, Süleyman DAŞDAĞ *, Faruk ŞENDUR **

Department of Biophysics *, Department of Physical Therapy and Rehabilitation **, Medical Faculty of Dicle University,Diyarbakır,TÜRKİYE

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the effects of microwave diathermy on the patients who exposed by microwave. The mean of T_3-T_4 hormones, total protein and other serum proteins, and albumin/globulin ratio of experimental group according to control group were found statistically no significant($P>.05$).But the mean of ceruloplasmin was found statistically significant($P<.01$).

INTRODUCTION

Although the determination of the precise distribution of electromagnetic fields in heterogeneous biological systems (such as experimental animals) is a complex problem, a few generalizations can be made. In the microwave frequency region, the principal energy exchange occurs between the electric field and polar water molecules. Consequently, tissues of high water content, such as muscle or skin, absorb relatively greater amounts of field energy than low water contents adipose or bone tissues(1,2).

The results of Eastern European studies of low intensity or nonthermal fields indicated that the detected alterations in humans and experimental animals were primarily due to interactions with the central nervous system (CNS); due to its inherent bioelectrical nature, the CNS was conjectured to be sensitive to impressed external electromagnetic fields(1,3).

The complex nature of neuroendocrine system and the fact that practical quantitative bioassay techniques have only recently become available have precluded a more thorough understanding of the involvement of neuroendocrine system in microwave effects on mammalian systems. The proven sensitivity of neuroendocrine system to thermal stimuli and the reported effects of occupational microwave exposure on humans, especially on alterations of thyroid function, strongly suggest that this system is potentially sensitive to microwave and RF fields at intensities that can induce at least low levels of tissue heating.

MATERIAL AND METHOD

In this study, the level of T_3-T_4, amount of total protein, the percent of serum proteins(Albumin, Group Spesific Component, Ceruloplasmin, Post Albumin, Transferrin, Hemopexin, Post Transferrin, Globulin), and albumin/globulin ratio for 10 individuals who had degenerative artritis pre and post exposure to microwave therapy has been investigated. 433.92 MHz microwave irradiation(15 seances, 15 min/day, magnetron out power : 60 watt) was applied to the experimental group. At the end of the microwave therapy, T_3-T_4 hormone levels, total protein and the other serum proteins, and albumin/globulin ratio were observed immediately after exposure for all individuals, and analysed. The level of T_3-T_4 hormones level were determined radioimmunoassay, the amount of total protein were defined by spectrophotometer, and the other serum proteins were determined by polyacrylamide gel electrophoresis.

RESULTS AND DISCUSSION

It has been reported that, microwave radiation alters the function of biological systems(1,2,3,4,5,6,7), and applied in medical therapy.

In this study, the levels of T_3-T_4 hormones, total proteins, the other serum proteins,and albumin/globulin ratio of experimental group according to the control group were found to be statistically no significant($P>.05$), Whereas the level of ceruloplasmin was found to be statistically significant($P<.01$). The results are given in the following tables and figures.

Groups	n	$\overline{X}$,±S.D	t	P
Control	10	7.66,±1.34	1.377	P>0.05
Experimental	10	8.66,±1.17		

Table-1 The statistical analysis of total protein level in patients exposed by therapeutic microwaves

Groups	n	$\overline{X}$,±S.D	t	P
Control	10	25.35,±2.89	0.535	P>0.05
Experimental	10	26.05,±1.39		

Table-2 The statistical analysis of albumin (%) in patients exposed by therapeutic microwaves

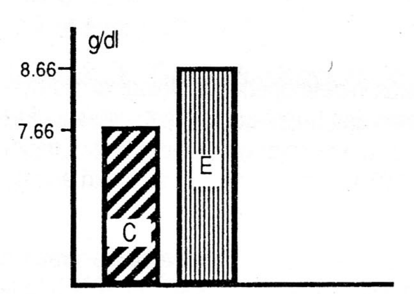


Figure -1 The Histogram of Total Protein in Patients Exposed by Therapeutic Microwaves

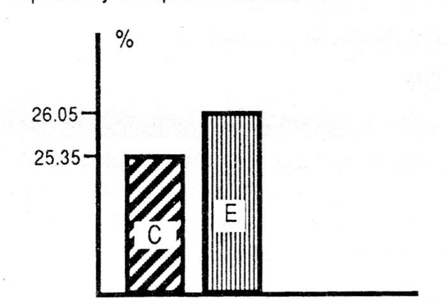


Figure -2 TheHistogram of Albumin in Patients Exposed by Therapeutic Microwaves

Groups	n	$\overline{X}$,±S.D	t	P
Control	10	10.50,±1.66	1.169	P>0.05
Experimental	10	11.36,±0.70		

Table-3The statistical analysis of group spesific component (%) in patients exposed by therapeutic microwaves

Groups	n	$\overline{X}$,±S.D	t	P
Control	10	2.98,±0.38	3.425	P<.01
Experimental	10	2.56,±0.08		

Table-4 The statistical analysis of ceruloplasmin (%) in patients exposed by therapeutic microwaves

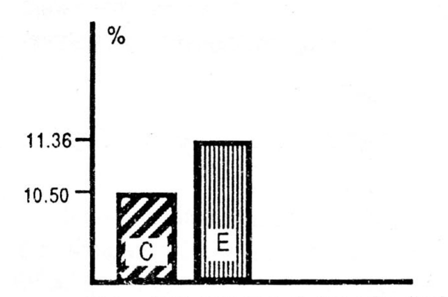


Figure -3 The Histogram of Group Spesific Component in Patients Exposed by Therapeutic Microwaves

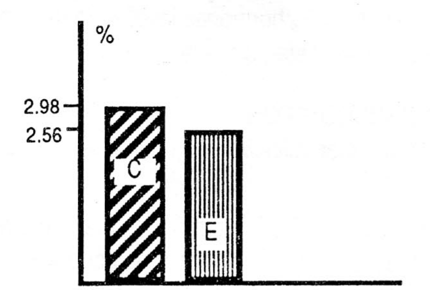
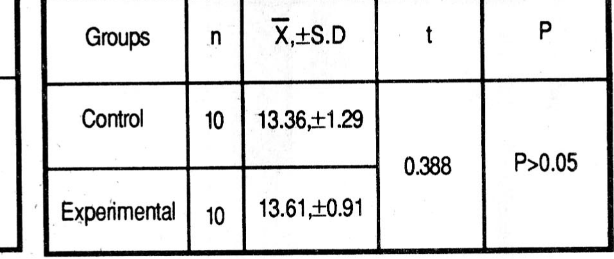


Figure -4 The Histogram of Ceruloplasmin in Patients Exposed by Therapeutic Microwaves

Groups	n	$\bar{X}$,±S.D	t	P
Control	10	13.48,±1.89	0.545	P>0.05
Experimental	10	13.93,±0.72		

Table-5 The statistical analysis of post albumin (%) in patients exposed by therapeutic microwaves



Groups	n	$\bar{X}$,±S.D	t	P
Control	10	13.36,±1.29	0.388	P>0.05
Experimental	10	13.61,±0.91		

Table-6The statistical analysis of transferin (%) in patients exposed by therapeutic microwaves

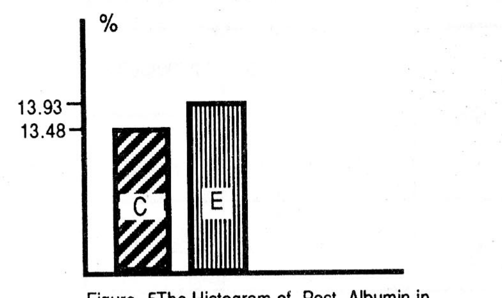


Figure -5The Histogram of Post Albumin in Patients Exposed by Therapeutic Microwaves

%
13.61
13.36
C
E

Figure -6he Histogram of Transferrin in Patients Exposed by Therapeutic Microwaves

Groups	n	$\bar{X}$,±S.D	t	P
Control	10	1.7,±0.58	0.005	P>0.05
Experimental	10	1.7,±0.46		

Tab'e-7 The statistical analysis of hemopexin (%) in patients exposed by therapeutic microwaves

Groups	n	$\bar{X}$,±S.D	t	P
Control	10	47.8,±2.29	1.111	P>0.05
Experimental	10	46.4,±2.07		

Table-8 The statistical analysis of post transferin (%) in patients exposed by therapeutic microwaves

Figure -7 The Histogram of Hemopexin in Patients Exposed by Therapeutic Microwaves

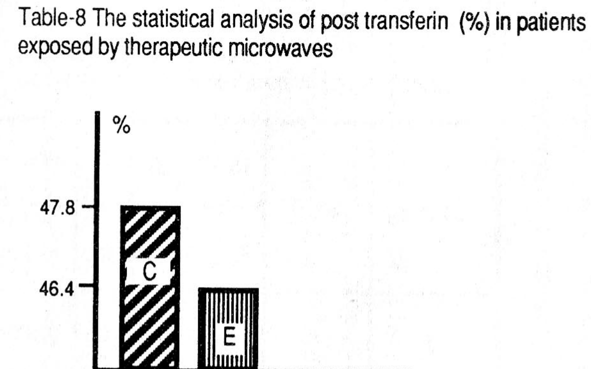


Figure -8 TheHhistogram of Post Transferrin in Patients Exposed by Therapeutic Microwaves

According to the results of this study, the percent of total protein, albumin, group specific component, post albumin, transferrin were increased but not statistically significantly($P>.05$), Whereas, the percent of ceruloplasmin, post transferrin, globulin and the level of T_4 hormone were decreased, but only the percent of ceruloplasmin was found to be statistically significant($P<.01$). On the other hand, there were no any changes in the percent of hemopexin, albumin/globulin ratio,and the level of T_3 hormone.

REFERENCES

1. Cleary, S.F. :Biological effects of microwave and radiofrequency radiation. CRC Critical Reviews in Environmental Control : 7(2) : 121-66, 1977.

2. Sengir, O. : Fizik Tedavi Kitabı. İstanbul Tıp Fakültesi Yayınlarından. Bayrak Matbaacılık, İstanbul, 1989, p : 74

3. Şeker, S. : Elektromagnetik dalgaların biyolojik etkileri ve güvenlik standartları. B.Ü., Biyomedikal Mühendisliği Bülteni, No : 2, 21-5, 1985.

4. Deichmann,W.B., Miale, J., and Landeen, K. : Effect of microwave radiation on the hemopoietic system of rat. Toxicology and Applied Pharmacology : 6, 71-77, 1964.

5. Budd, R.A. and Czerski, P. : Modulation of mammalian immunity by electromagnetic radiation. J. Microwave power, 20(4) 0 217-31, 1985.

6. Brent, R.L. : The effect of embriyonic and fetal exposure to X-ray, microwaves, and ultrasound : Counseling the pregnant and nonpregnant patient about these risks. Seminars in Oncology, 16(5) : 347-68,1989.

7. Nishimura, Y., Akuta, K., Hiraoka, M., Masunaga, S., Nagata, Y., Takahashi, M., Abe, M., and Koizumi, K. : Initial clinical results of a 430 MHz microwave hyperthermia system using a lens applicator. Radiotherapy and Oncology, 17 : 219-227,1990.

THE EFFECT OF LOW DENSITY 9.450 MHz MICROWAVE IRRADIATION ON FRACTURE HEALING

- An experimental study on rats -

Bener ŞEN *, Süleyman DAŞDAĞ **, Salih ÇELİK **, Cüneyt TURAN *, Zülküf AKDAĞ **, Aslan GÜZEL "
Department of Orthopaedics and Traumatology *, Department of Biophysics **,
Student ", Medical Faculty of Dicle University, Diyarbakır, TÜRKİYE

ABSTRACT

The aim of this study is to investigate of the effect of low density microwave irradiation on fracture healing.

Eleven Swiss albino rats were used in this study.Under general anesthesia, diaphysis of the right fibulas were osteotomised by bone scissors. After the operation,low density 9.450 MHz microwave exposure (10 min/day, 3weeks) was done on the right lower extremities in special apparatus.Same operation was performed on the left fibulas,which was control group and nothing was done postoperatively,Radiological,macroscopical and histological evaluation were performed at the second third,fifth and sixth weeks postoperatively.

In conclusion there is no any positive effect of low density 9.450 MHz microwave radiation on fracture healing.On the other hand,It's suggested that endochondral ossification was retarded by these microwave exposure procedure.

INTRODUCTION

Microwave (MW) effects living organisms by two ways which are thermal and nonthermal (10). High density of microwave causes some pathologic conditions such as headache,vertigo and cataract of lenses in the human body (2,3,4,8,10). Joines and Nishimura (5,6) used MW in tumour therapy succesfully. It's suggested that low frequency MW irradiation induces growing of bone (9).

The aim of this study is to investigate the effect of low density microwave irradiation on fracture healing.

MATERIAL AND METHOD

Eleven Swiss albino rats were used in this study. Under general anesthesia, on a sterile field, an anterolateral longitudinal linear incision (2cm) was made on the right knees

and proximal one-third of right legs.After periasteal dissection, diaphysis of the right fibulas were osteotomised by bone scissors. After the osteotomy the anatomic layers were sutured in a routine manner. The same procedure was perfomed on the left fibulas.

The right fibulas were taken into the experimental group and low density 9.450 MHz microwave irradiation (3 weeks, 10 min/day) was applied once a day(by Klystron, Phywe A.G., out power:25 mW.) in a special plexyglass apparatus. The left fibulas were left as a control group and nothing was done postoperatively. Postoperative follow ups were done in metal cages and neither internal nor external fixation devices were used.

During the study clinical, radiological and histological examinations were performed at the second, third, fifth and sixth weeks postoperatively. At the second postoperative week two rats, third week 3 and at the fifth and sixth weeks 3 rats were killed and both fibulas were taken for histologic examination after macroscopic evaluation. Specimens were decalcified and painted with Hematoxylin-Eosin, and were examined by light microscope.

RESULTS

No clinical complication were observed postoperatively.

No significant differences between the two groups macroscopically. At the end of the third week fibrous consolidation was noted in both groups. At the fifth and the sixth weeks, rigid consolidation had developed by new bone formation.

According to the radiologic study, no significant difference was noted between both groups. New bone formation (periosteal callus) appeared at the end of third week and interfragmental continuity developed at the fifth and the sixth postoperative weeks. In this period fusiform radiologic callus formation was noted and according to these findings, it's suggested that remodeling activity had begun(Fig.: 1-a,b and c,d).

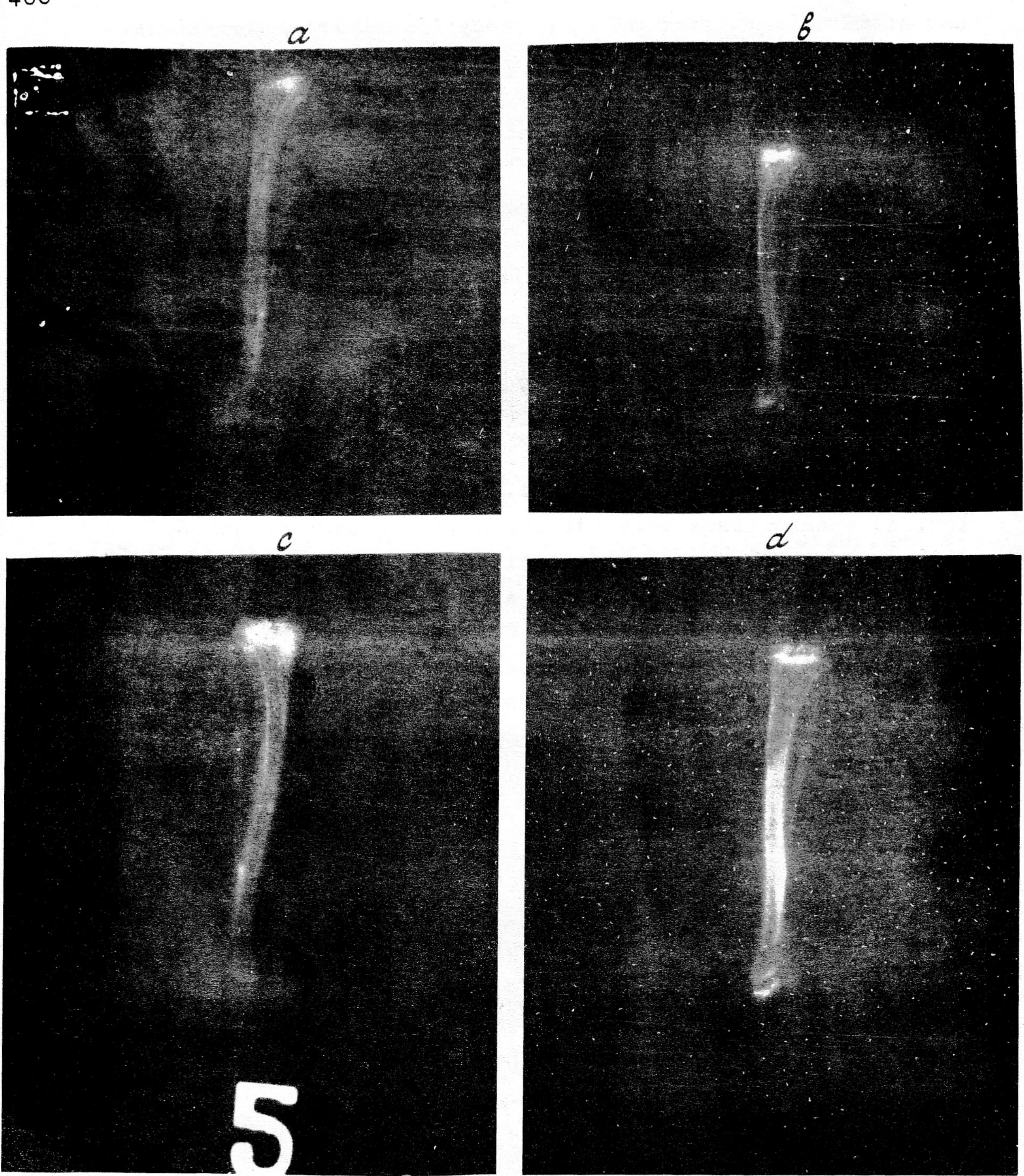


Figure 1: According to the radiologic study, no significant difference was noted between both groups. Inter - fragmentary continuity developed at the fifth (a) and the sixth (b) postoperative weeks. Fusiform periosteal callus formation was noted in the experimental group (a, b). Same properties was also noted in the control group at the fifth (c) and the sixth (d) post-operative weeks.

Histologic evaluation: At the postoperative second and third weeks, beginning of subperiosteal new bone formation was noted in right fibulas,which were exposed to MW irradiation. There were some chondrocytes in the interfragmental area of the right fibulas. Osteoid tissue and bone trabeculation was formed by osteoblastic cells(Fig.:2)

At the end of the study, osteoblastic activity was not of high degree and up till now, interfragmental area was occupied by well differantied cartilaginous tissue.Consolidation was realised from the subperiosteal new bone formation. During this period histologic evaluation of the control group was the same as in the experimental group(Fig.:3).

DISCUSSION

Primary biologic effect of microwave is hyperthermia which is defined as long electromagnetic waves with the capability of variable penetration and not able to ionize in living tissues (1). Electromagnetic radiation (EMR) can not cross through metalic materials. However if there is a metallic implant in the body, they cause deep tissue burns by increasing electromagnetic energy(10). Microwave irradiation can not be used clinically, if metallic implants were used to fractures stabilize. Therefore we choose osteotomy of fibulae in this study because it did not require the use of metallic fixation devices.

Sengir (9), believes that low frequency MW irradiation activates bone growth. On the other hand, in the inflamatory stage of bone healing after fracture, inflamatuary cells (such as polymorphonuclear leucocytes(pnl), macrophages) migrate to the fracture area(7).

According to another experimental study which was performed by us,and which used the same MW exposure as in this study, mean pnl counts were increased 50.2 %. There were no significant differences between the two groups in this study. Low density 9.450 MHz MW irradiation does not

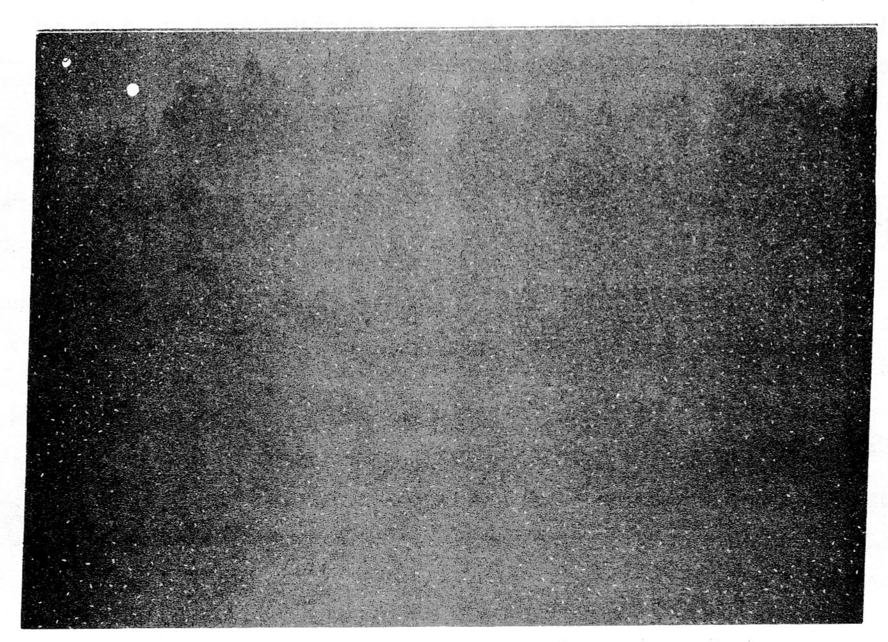


Figure 2: At the postoperative third week, in the experimental group, there weze cartilaginous tissue in the interfragmentary space.

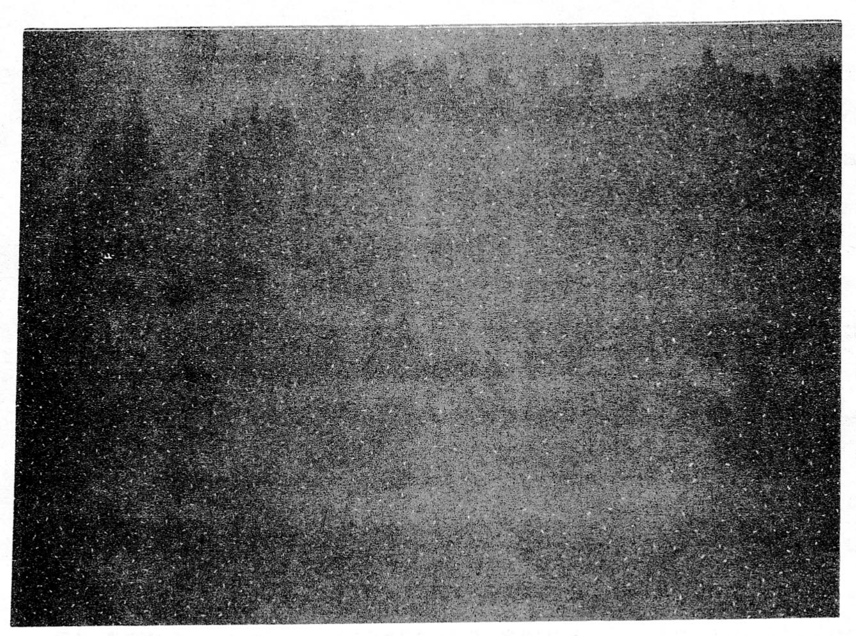


Figure 3: At the postoperative sixth week, in the experimental group, interfragmentary area was occupied by well differentiated cartilaginous tissue and osseos transformation has begun from the cartilaginous tissue.

cause noticable temperature changes on tissue. Increases of the pnl count are caused by its nonthermal effects, are systemic and effects both fibulas simultaneusly which may explain the lack of significant differences between two groups.

Normally, at the sixth week, interfragmental consolidation and fragment continuity were established by subperiosteal new bone formation. However well developed cartilaginous tissue was noted in the interfragmental space. We suggest that endochondrial ossification was retarded at the cartilaginous stage of osseos transformation.

CONCLUSION

There is no positive effect of low density 9.450 MHz microwave irradiation on fracture healing. On the other hand it's suggested that endochondrial ossification was retarded by this microwave exposure procedure.

REFERENCES:

1- Brent,R.L.: The effect of embriyonic and fetal exposure to X-ray, microwaves,and ultrasound: Counseling the pregnant and nonpregnant patient about these risks. seminars in oncology,16(5):347-68,1989

2- Budd,R.A. and Czerski,P.: Modulation of mammalion immunity by electromagnetic radiation. J. Microwave Power, 20(4):217-31,1985

3- Cleary,S.F.: Biological effects of microwave and radiofrequency radiation. CRC Critical Reviews in Environmental Control: 7 (2): 121-66, 1977

4- Gustafson, D.R.: Physics: Health and the Human body. Wadsworth Publishing Co., Belmont, California 1980,p.413

5- Joines,W.T., Shrivastav,S., Jirtle,R.L.: A comparison using tissue electrical properties and temperature rise to determine relative absorbsion of microwave power in malignant tissue. Med. Phys. 16(6): 840-44,1989

6- Nishimura,Y., Akuta,K., Hiraoka,M., Masunaga,S.,Nagata, Y., Takahashi,M., Abe,M., and Koizumi,K.: Initial clinical results of a 430 MHz microwave hyperthermia system using a lens applicator. Radiotherapy and Oncology,17: 219-227, 1990

7- Rockwood, C.A. and Green, D.P.: Fractures in Adults. Second ed. J.B. Lippincott Co.,Philadelphia,1984 P:147

8- Rohrer,M.D., Terry,M.A., Bulard, R.A.,Graves,D.C.,and Taylor,E.M.: Microwave sterilisation of hydrophylic contact lenses.Am.J.Ophthalmology.101:49-57,1986

9- Sengir,O.: Fizik T. Kitabı. İstanbul Tıp Fakültesi yayınlarından.Bayrak Matbaacılık, İstanbul,1989,P:74

10- Şeker,S.:Elektromagnetik dalgaların biolojik etkileri ve güvenlik standartları.B.Ü.,Biyo-medikal Mühendisliği Bülteni, no:2: 21-5,1985

11- Weisman,B.N.M.,Sledge,C.B.: Orthopedic Radiology. W.B. Sounders Co., 1986, P:28.

THE EFFECT OF MICROWAVE OVEN DRYING ON ENDURANCE OF DENTAL GYPSUM PRODUCTS

Süleyman DAŞDAĞ *, Yılmaz KAYA **, Salih ÇELİK *, Kadri BALCI ***

*Department of Biophysics, Medical Faculty of Dicle University,
**Dental Polyclinic of State Hospital,
***Department of Biology,Science and Art Faculty of Dicle University,
Diyarbakır,TÜRKİYE

Five dental gypsum products were used in this study.The endurance of the products were examined and compared after they were dried by microwave oven and ambient air.Two different methods were used in microwave oven.First and second experimental groups were compared according to control groups.Six comparison were found statistically no significant (P>.05).Three comparison were significant(P<.01),and also four comparison were significant(P<.001).The other two comparison were found statistically significant(P<.05).

INTRODUCTION

Dental gypsum products are very important material in their work for dentists.Because,they often use these products.Dentists normally must wait 24 to 48 hours before the casts are strong enough for manipulation.So,surface hardness and endurance of dental stones are important physical parameters for dental studies.To save time and surface hardness of dental stones,microwave oven drying technique has been suggested by luebke and Chan (1).The purpose of this study was to investigate and compare the endurance of five dental gypsum products dried by microwave oven or ambient air.

MATERIAL AND METHODS

Five dental gypsum products were used in this study(Table.11).The endurance of the stones were examined and compared after they were dried by microwave oven and ambient air.24 special PVC apparatus were prepared for this study.Each mold was cylindrical and 4 cm high,and 2.5 cm diameter.The dental gypsum products were weighed on a gram scale(Sartorius Laboratory L 2200 P),and mixed at recommended water/Powder ratio with distilled water,and mechanically spatulated.The stones were separated from each mold,30 minutes after dental stones were poured(Room Temperature : $20 \pm 1\ ^{0}C$).24 samples were prepared for each product,the first 8 samples were used for control groups(ambient air),the second 8 samples were used for the first and the third 8 samples were used for the second drying techniques.Thus,120 samples were produced,and two different methods were used in this study.

First microwave oven(Vestel V-8505 T,Polypeck Comp.) samples were dried for five minutes at full power 50 minutes after the dental stones were poured,and second microwave oven samples were dried for five minutes at full power,50 and 60 minutes(Twice),after the dental stones were poured.

The endurance of the dental stones were measured for controls,and the other two experimental groups at the fourth hour after the dental stones were poured,with Forney Testing Machine(Forney's Incorporated,New Castle,USA).

RESULTS AND DISCUSSION

The first and the second experimental groups were compared according to control groups,and tested with student's t-test.Six comparison were found statistically no significant(P>.05).Three comparison were significant(P<.01),and also four comparison were significant(P<.001).The other two comparison were found statistically significant (P<.05).The results of microwave oven drying techniques are given in the following tables and figures.

The endurance of E.P.1 DE TREY was increased,whereas the endurance of the other four dental stones were not change for the first drying technique according to control groups.Also,the endurance of five dental stones were increased for the second drying technique according to control groups.

Product		1	2	3	4	5	6	7	8	$\overline{X}$
Dental Hart Gips	C	183.4	203.8	203.8	203.8	183.4	203.8	183.4	183.4	193.6
	M_1	203.8	183.4	183.4	203.8	203.8	183.4	183.4	203.8	193.6
	M_2	254.7	285.3	224.2	203.8	254.7	285.3	224.2	203.8	242

Table -1 Effect of microwave oven drying on endurance of Dental Hart Gips.
C= Control group, M_1 = First microwave exposure, M_2 = Second microwave exposure

Groups	$\overline{X}$,± S D	t	P
C - M_1	193.6,±10.9	0,00	P > 00.5
C - M_2	193.6,±10.9	3.939	P < 0.01
M_1- M_2	242,± 33	3.939	P< 0.01

Table -2 The statisticaly analysis for Dental Hart Gips

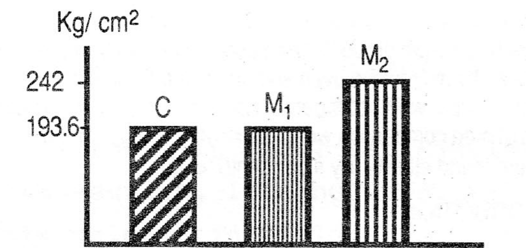


Figure -1 Endurances of DHG for control and two microwave exposure groups
DHG : Dental Hart Gips

Product		1	2	3	4	5	6	7	8	$\overline{X}$
Moldano	C	203.8	203.8	203.8	203.8	203.8	203.8	203.8	203.8	203.8
	M_1	224.2	203.8	203.8	203.8	203.8	203.8	224.2	203.8	208.9
	M_2	264.9	244.5	254.7	275.1	275.1	244.5	254.7	264.9	259.8

Table -3 Effect of microwave oven drying on endurance of Moldano.
C= Control group, M_1 = First microwave exposure, M_2 = Second microwave exposure

Groups	$\overline{X}$,± S D	t	P
C - M_1	203.8,±0	1.528	P > 00.5
C - M_2	208.9,±9.44	12.993	P < 0.001
M_1- M_2	259.8,±12.19	9.337	P< 0.001

Table -4 The statisticaly analysis for Moldano

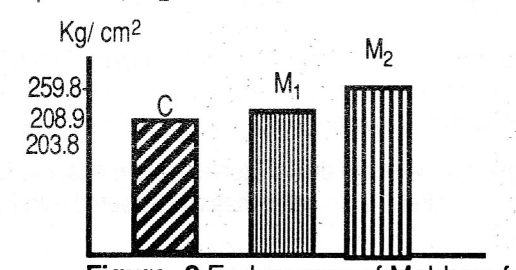


Figure -2 Endurances of Moldano for control and two microwave exposure groups

Product		1	2	3	4	5	6	7	8	$\bar{X}$
Amberok	C	203.8	203.8	203.8	183.4	183.4	163.0	163.0	163.0	183.4
	M_1	203.8	203.8	203.8	183.4	203.8	183.4	203.8	203.8	198.7
	M_2	203.8	203.8	203.8	203.8	203.8	203.8	203.8	203.8	203.8

Table- 5 Effect of microwave oven drying on endurance of Amberok
C= Control group, M_1 = First microwave exposure, M_2 = Second microwave exposure

Groups	$\bar{X}$,± S D	t	P
C - M_1	183.4,±18.88	2.050	P > 00.5
C - M_2	198.7,±9.44	3.056	P < 0.01
M_1- M_2	203.8,±0	1.528	P> 0.05

Table -6 The statisticaly analysis for Amberok

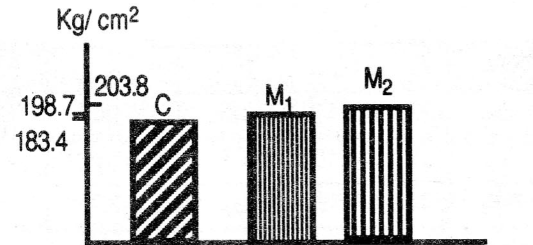


Figure -3 Endurances of Amberok for control and two microwave exposure groups

Product		1	2	3	4	5	6	7	8	$\bar{X}$
E.P.1 DE TREY	C	203.8	163.0	152.8	203.8	203.8	-	183.4	152.8	180.4
	M_1	203.8	214.0	203.8	203.8	203.8	214.0	203.8	203.8	206.3
	M_2	224.2	203.8	203.8	203.8	203.8	224.2	203.8	203.8	208.9

Table- 7 Effect of microwave oven drying on endurance of E.P.1 DE TREY
C= Control group, M_1 = First microwave exposure, M_2 = Second microwave exposure

Groups	$\bar{X}$,± S D	t	P
C - M_1	180.4,±24.07	2.800	P< 00.5
C - M_2	206.3,±4.72	2.941	P < 0.05
M_1- M_2	208.9,±9.44	0.696	P> 0.05

Table -8 The statisticaly analysis for E.P.1 DE TREY

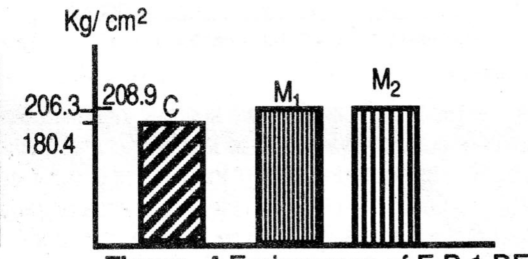


Figure -4 Endurances of E.P.1 DE TREY for control and two microwave exposure groups

Product		1	2	3	4	5	6	7	8	$\overline{X}$
SUPER HART GIPS	C	152.8	152.8	203.8	203.8	183.4	183.4	203.8	183.4	183.4
	M_1	214.0	183.4	183.4	183.4	183.4	183.4	214.0	183.4	191.0
	M_2	254.7	244.5	214.0	224.2	214.0	224.2	254.7	244.5	234.3

Table- 9 Effect of microwave oven drying on endurance of Super Hart Gips
C= Control group, M_1 = First microwave exposure, M_2 = Second microwave exposure

Groups	$\overline{X}$,± S D	t	P
C - M_1	183.4,±21.11	0.845	P> 00.5
C - M_2	191.0,±14.16	5.288	P < 0.001
M_1- M_2	234.3,±17.19	5.499	P< 0.001

Table -10 The statisticaly analysis for Super Hart Gips

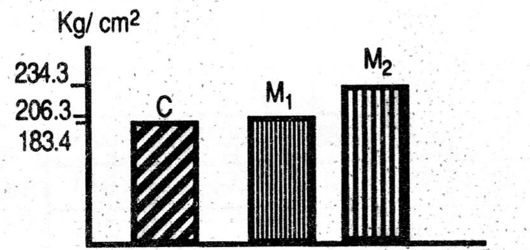


Figure -5 Endurances of Super Hart Gips for control and two microwave exposure groups

Product	Manufacturer	ml Water/100 gr Powder
Dental Hart Gips	Heborac Gipse GERMANY	35
Moldano	Bayer Levercursen / GERMANY	30
Amberok	Laboratio Chimico, Zeus/ITALY	32
E.P.1 DE TREY	AD International Limited London / ENGLAND	32
Super Hart Gips	Hebör Gipse GERMANY	32

Table-11 Product, Manufacturer, and W/P Ratio of Gypsum Products

According to the results of this study,we suggest that,microwave oven drying techniques are effective for to save time and increase of endurance.We observed that,the second method which used in this study was more effective according to control and first drying method,about increase of endurance of dental stones.The results of our study are similar to those reported by Luebke and Chan(1) for endurance of dental stones at the fourth hour,and also are supported our claim.The first method that suggested by Luebke and Chan was effective only in increase of endurance of E.P.1 DE TREY,whereas was not effective for the other dental gypsum products,by reason that there were no any changes in their endurance.But the second drying technique that we suggested increased the endurance of five dental gypsum products that used in this study.Since the endurance of all five dental stones were increased apparently.The second method that we suggested is more effective than the first drying method that used in this study.

Finally, we can say that,microwave oven drying techniques are very useful to the dentists for increasing the endurance of dental stones and to save time.

REFERENCE

1. Luebke R.J., Chan K.C., Effect of microwave oven drying on surface hardness of dental gypsum products.,The Journal of Prosthetic Dentistry, 54 : 431 - 435, Sept. 1985

THE ADVANTAGES AND THE APPLICABILITY OF SEQUANTIAL VARIANCE ANALYSIS IN THE MICROWAVE STUDIES

M.YUSUF ÇELİK[1] SÜLEYMAN DASDAĞ[2]

(1) Associated Professor, Ph.D.,D.U.Faculty of Medicine, Biostatistics Unit of Medical Biology.Diyarbakır/TÜRKİYE

(2) Ph.D.,D.U.Faculty of Medicine, Departmant of Biophysics. Diyarbakır/TÜRKİYE

ABSTRACT:The perpuse of this study is to explain the advantages and applicability of Sequantial Variance Analysis in the microwave studies and present an application in this field.

The application was carried out on the data which we optained from microwave experiments in vitro study.

The Sequantial Variance Analysis has not been applied in microwave experiments up to the present.

INTRODUCTION:The aim of this study is to introduce sequential variance analysis and to evaluate the results of an experimental study by the method to represent the advantages and the applicability of the method in this field.

Ener(1), pointed out that in such situations where the immadiate decision, or time-saving/labour-saving is required, sequantial solution of data would be suitable.

Sequantial analysis of variance was applied on the data which we obtained by microwave experiments that were realized in vitro study. We pointed out reasinoble decisions by applying Seqantial Variance Analysis and using 6,10,..,maximum 14 experiments results.If we had applied use classical variance analysis we would have needed the results of 50,100 experiments. This situations would have required more time and more labour.

MATERIAL AND METHOD:Five different values of T3,T4, total protein (TP), albumin/globulin (A/G) variables obtained from the blood exposed by different therapeutic mikrowaves. The blood of healty persons of 20-25 years was treated in different two type plexiglass cups.

Five different valeus of T3,T4,TP,A/G variables were obtained from different kinds of experiments,

Control Group: T3,T4,TP,A/G values have been obtained from the blood of healty persons.

1.Group: The blood of healty persons exposed by 433.92 Mhz therapeutic mikrowaves (60 watt out power, 20minute) in first type plexiglass cup(the space of plexiglass cup were 2.8x5.2 cm=13 cm, and the thickness was 2.5 mm.) The thickness of the blood that was radiated was 1.5 cm.

2.Group: The blood of healty persons exposed by 433.92 Mhz therapeutic mikrowaves (180 watt out power, 20minute) in first type plexiglass cup(the properties of the cup and the thicness of the blood was the same as 1.group).

3.Group: The blood of healty persons exposed by 433.92 Mhz therapeutic mikrowaves (180 watt out power, 20minute) in second type plexiglass cup(the space of plexiglass cup were 2.3x2.3 cm=5.29 cm, and the thickness was 1 mm.) The thickness of the blood that was radiated was about 2.1 cm.

4.Group: The blood of health persons exposed by 433.92 Mhz therapeutic mikrowaves (60 watt out power, 20minute, exposed directly to the blood) The thickness of the blood that was radiated was about 1.5 cm.

The distance between blood and the head of magnetron was 5cm for each experiment.

SEQUANTIAL VARIANCE ANALYSIS: This method was presented and developed by Jhonson(2),Ray(3), Jones(4).The method is a equantial method that firstly take one subject from each group and Compaire them. If it could not decide about the diferences it needs to take the second subject to compaire. This situation continue until the decision-making.The test statistis is defined as follows:

$$G^N = \frac{\sum_{i=1}^{k} \frac{X_{i.}^2}{n} - \frac{X_{..}^2}{N}}{\sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{n} X_{ij}^2 - \sum_{i=1}^{k} \frac{X_{i.}^2}{n}}$$

$$X_{i.} = \sum_{j=1}^{n} X_{ij}$$ = The summary of the individuals of the first group.

$$X_{..} = \sum_{i,j} X_{ij}$$ = The summmery of all the individuals.

i) If $G^N >= \underline{G}^N$ significant difference (S)

ii) If $G^N <= \underline{G}^N$ not-significant difference (NS)

iii) If $\underline{G}^N < G^N < \bar{G}^N$ test is continued.

Ray(3) calculated the limits of $\underline{G}^N$ and $\bar{G}^N$ for $\alpha=\beta=0.05$ probabilitis and summarized them.

RESULTS AND DISCUSSION:First, we compaired the values of T3,T4,TP,A/G variables of control and first group by using the results of four experiments.We could not decide whether they were different or not. So we took the results of fivth experiment.This was continued until the decision-making.

The results of sequantial variance analysis in order to compaire the values of T3,T4,TP,A/G for control and first group

step by step was summarized in Table 1.

Table 1.To Compaire The Control And First Group For T3,T4,TP And A/G Variables Step by Step.

Step 1:	T3	T4	TP	A/G
Group:	Cont. 1.Group	Cont. 1.Group	Cont. 1.Group	Cont. 1.Group
n	4 4	4 4	4 4	4 4
G^N	0.0241	0.1075	0.4060	0.0721
Test	$\underline{G}^N < G^N < \bar{G}^N$	$\underline{G}^N < G^N < \bar{G}^N$	$\underline{G}^N < G^N < \bar{G}^N$	$\underline{G}^N < G^N < \bar{G}^N$
Decision	Continued	Continued	Continued	Continued
Step 2:				
n	5 5	5 5	5 5	5 5
G^N	0.0168	0.0966	0.4514	0.0645
Test	$\underline{G}^N < G^N < \bar{G}^N$	$\underline{G}^N < G^N < \bar{G}^N$	$\underline{G}^N < G^N < \bar{G}^N$	$\underline{G}^N < G^N < \bar{G}^N$
Decision	Continued	Continued	Continued	Continued
Step 3:				
n	6 6	6 6	6 6	6 6
G^N	0.0261	0.0822	0.2390	0.0593
Test	$\underline{G}^N < G^N < \bar{G}^N$	$\underline{G}^N < G^N < \bar{G}^N$	$\underline{G}^N < G^N < \bar{G}^N$	$\underline{G}^N < G^N < \bar{G}^N$
Decision	Continued	Continued	Continued	Continued
Step 4:				
n	7 7	7 7	7 7	7 7
G^N	0.0152	0.1083	0.2175	0.0522
Test	$\underline{G}^N < G^N < \bar{G}^N$	$G^N < \underline{G}^N$	$\underline{G}^N < G < \bar{G}^N$	$\underline{G}^N < G^N < \bar{G}^N$
Decision	Continued	$p>0.05$	Continued	Continued
Step 5:				
n	8 8		8 8	8 8
G^N	0.0177	--	0.1796	0.0482
Test	$G^N < \underline{G}^N$		$\underline{G}^N < G^N < \bar{G}^N$	$\underline{G}^N < G^N < \bar{G}^N$
Decision	$p>0.05$		Continued	Continued
Step 6:				
n			9 9	9 9
G^N	--	--	0.1000	0.0440
Test			$\underline{G}^N < G^N < \bar{G}^N$	$\underline{G}^N < G^N < \bar{G}^N$
Decision			Continued	Continued
Step 7:				
n			10 10	10 10
G^N	--	--	0.0725	0.0397
Test			$\underline{G}^N < G < \bar{G}^N$	$G^N < \underline{G}^N$
Decision			Continued	$p>0.05$
.				
Step 11:				
n			14 14	
G^N	--	--	0.0497	
Test			$G^N < \underline{G}^N$	
Decision			$p>0.05$	

According to the Table 1. we decided for T3 variable by using the results of 8 experiments. The number of experiments(n) for T4,TP,A/G are 7,14 and 10 respectivly.

The values of T3,T4,TP,A/G variables were compaired for control, 1,2,3,4 groups two by two. All the results and the maximum number of experiments that we used for analysis were summarized in the Table 2.

Tablo 2. The Results of All Compaires.

Control- 1.Group:				
Variables	T3	T4	TP	A/G
n	8	7	14	10
G^N	0.0177	0.1083	0.0497	0.0397
p	p>0.05	p>0.05	p>0.05	p>0.05
Control- 2.Group:				
n	7	13	8	12
G^N	0.0001	0.0394	0.6542	0.0495
p	p>0.05	p>0.05	p>0.05	p>0.05
Control- 3.Group:				
n	7	13	10	11
G^N	0.0003	0.0502	0.0391	0.0432
p	p>0.05	p>0.05	p>0.05	p>0.05
Control- 4.Group:				
n	7	12	6	10
G^N	0.0051	0.0400	1.9224	0.0332
p	p>0.05	p>0.05	p<0.05	p>0.05
1.Group-2.Group:				
n	8	14	13	12
G^N	0.0085	0.0443	0.0295	0.0495
p	p>0.05	p>0.05	p>0.05	p>0.05
1.Group-3.Group:				
n	6	14	6	11
G^N	0.0004	0.0561	0.0012	0.0426
p	p>0.05	p>0.05	p>0.05	p>0.05
1.Group-4.Group:				
n	6	10	10	9
G^N	0.0009	0.0332	0.5561	0.0223
p	p>0.05	p>0.05	p<0.05 S	p>0.05
2.Group-3.Group:				
n	7	14	12	13
G^N	0.0007	0.0492	0.0419	0.0488
p	p>0.05	p>0.05	p>0.05	p>0.05

Continued to Table 2.

2.Group-4.Group:				
Variables	T3	T4	TP	A/G
n	7	10	10	10
G^N	0.0044	0.0332	0.0399	0.0332
p	p>0.05	p>0.05	p>0.05	p>0.05
3.Group-4.Group:				
n	6	8	10	9
G^N	0.0002	0.0212	0.4861	0.0234
p	p>0.05	p>0.05	p<0.05 S	p>0.05

In Tabe 2. the minimum number of experiments(6), and maximum number of experiments(14) are seen.

The classical variance analysis is the only one that is frequently used method in comparison of groups in the experimental design. It needs few assumptions to apply it coorectly. One of them is the suufeciency of the sample size.

Sample size directly affects the amount confidence in the study. According to the Central Limit Theorem a researche must have at least 30 subjects in each of his smallest subgrouping if he is going to use parametric tests as classical variance analysis(5).

In such situations, the immadiate decision, or time saving/labour-saving is required, sequantial solution of data may be suitable.

In this study, we present that we need minimum 6 and maximum 14 experiments to decide about the results. If we use classical variance analysis, according to Central Limit Theorem, probably, we need at least 5x30=150 experiments, for we have five subgruops. As it seen, in the experimental studies, appliying Sequantial Variance Analysis will be useful and advantageous.

Consequently, using the method of Sequantial Variance Analysis is more suitable and precise for rapid decision-making.

REFERENCES

1.Ener,A.:Sequantial variance analysis and an application related with it, master thesis, Hacettepe University, Science Faculty, Department of Statistics, Ankara, 1981.

2.Johnsan,N.L.:Some notes on the application of sequential methods in the analysis of variance,Ann.Math.Stat.24:614-623,1953.

3.Ray,W.D.:Sequential analysis applied to certain experimental design in the analysis of variance, Biometrica, 43:388-403,1956.

4.Jones,R.D.H.:Sequential analysis variance for medical trials. Methods of information in medicine,8:(1), 41-46,1969.

5.Oyster,C.K.,Hanten,W.P.,Llorens,L.A.:Introduction to research, Lippincott company, Philadelphia, 50-51, 1987.

ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДРОЖЖЕВЫХ КЛЕТОК, ПОДВЕРГШИХСЯ МОНОХРОМАТИЧЕСКОМУ КВЧ-ИЗЛУЧЕНИЮ

Т.П.Божанова, А.П.Кузнецов, Д.Г.Мудрик

141120, Московская обл., г.Фрязино, НПО "Исток"

Реферат. Приведен экспериментальный материал, полученный фотометрическими методами, демонстрирующий временную дискретность деления культуры дрожжей (Saccharomices Carlsbergensis), подвергшейся монохроматическому КВЧ-излучению. Фотометрические измерения проведены в разных областях спектра.

Введение. В ряде работ (см., например, [1]) для изучения воздействия КВЧ-излучений нетепловой интенсивности на клетки использована синхронизация культуры дрожжей Saccharomices Carlsbergensis КВЧ-излучением, в отличие от традиционных в биологии методов синхронизации клеточной культуры (индуцированная и селективная синхронизации). Однако не полная ясность механизма синхронизации дрожжевых клеток КВЧ-излучением нетепловой интенсивности (0,03 мВт/см^2), требует дальнейшей проработки вопроса.

Результаты и обсуждение. В отличие от методики, описанной в [1], в наших опытах отсутствовала предварительная биологическая синхронизация дрожжевой культуры. Чтобы полностью исключить "человеческий фактор" при измерении концентрации клеток были проведены фотометрические измерения на фотометре КФК-2МП растущей культуры дрожжей Saccharomices Carlsbergensis, подвергнутой предварительному синхронизирующему КВЧ облучению. Облучение проводилось в течение 40 мин на частоте 37,5 ГГц.

Пробы объемом 0,3 мл периодически брались из облученной культуры, растущей в сусле, и помещались в стандартную кварцевую кювету прибора КФК-2МП. Измерения оптической плотности проводились с помощью трех встроенных в прибор светофильтров, а также с помощью дополнительного кремниевого фильтра с нижней границей полосы пропускания 1500 нм. В тех же пробах измерялась концентрация клеток с помощью камеры Горяева. На рис.1 приведены зависимости измеряемых величин от времени начиная с четвертого цикла деления после окончания облучения.

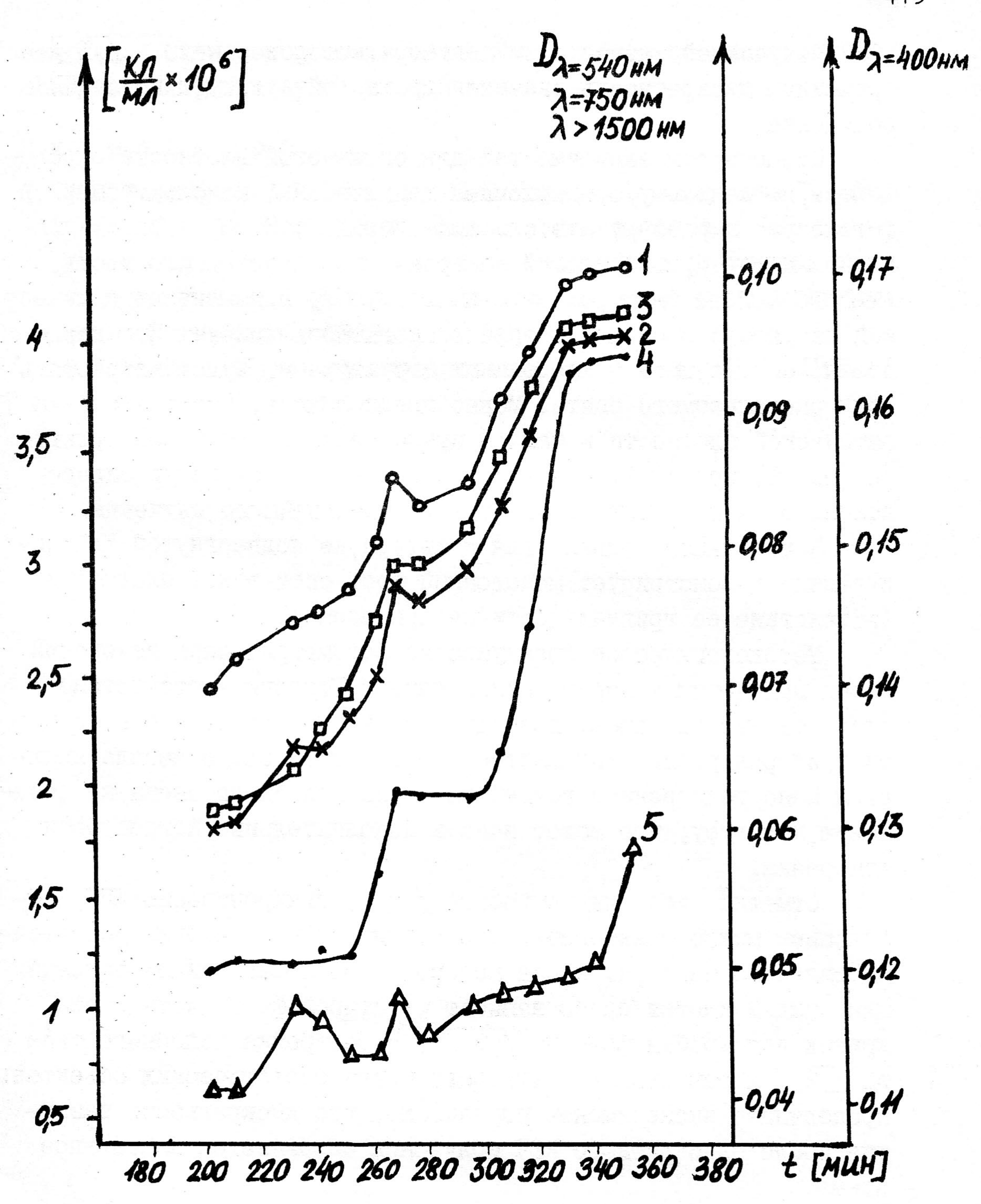


Рис.1 Временная зависимость концентрации и оптической плотности облученной культуры для разных длин волн.

1 - оптическая плотность при λ = 540 нм,
2 - оптическая плотность при λ = 400 нм,
3 - оптическая плотность при λ = 750 нм,
4 - концентрация,
5 - оптическая плотность при λ > 1500 нм.

Полученные зависимости подтверждают показанную в [I] временную дискретность развития дрожжевой культуры после КВЧ облучения.

Особенности зависимостей для оптической плотности определяются, по-видимому, соотношением длины волны, использованной в фотометре, к размеру клеток. Для кривых I, 2, 3 на рис.I длина волны света, при которой измеряется оптическая плотность, намного меньше размера клеточных структур и изменение оптической плотности происходит за счет поглощения света. При длине волны, соизмеримой с клеточными структурами, будет возрастать доля рассеиваемого света. Можно предположить, что увеличение оптической плотности в каждом цикле деления дрожжевой культуры (рис.I, кривая 5) связано с образованием структур определенных размеров. Однако это требует дальнейшего изучения.

Контрольная кривая (для культуры, не подвергнутой КВЧ облучению) демонстрирует монотонный рост оптической плотности (вследствие ее тривиальности не приведена).

Методологическое преимущество фотометрических измерений перед подсчетом концентрации в камере Горяева - отсутствие субъективных факторов, присущих подсчету, вследствие нечеткости критерия разделения клеток. Недостатком этого метода является непосредственное воздействие узкополосного света на дрожжевую культуру, что может внести дополнительные погрешности измерения.

Отметим, что, следуя работе [2], синхронизацию КВЧ облучением можно трактовать, как результат воздействия достаточно сильного фактора, после которого новая фаза цикла деления для каждой клетки слабо зависит от старой фазы (четный тип кривых подстройки фазы по [2]). Перестройка подобного типа по [2] характерна для широкого круга биологических объектов. Проведенные эксперименты показывают, что дискретность развития после однократного КВЧ облучения сохраняется длительное время.

Таким образом, измерения оптической плотности свидетельствуют, что экспоненциально растущая культура дрожжей, подвергнутая КВЧ облучению, демонстрирует периодически повторяющиеся

изменения скорости роста, т.е. КВЧ облучение обладает определенными синхронизирующими свойствами.

Литература

I. Т.П.Бажанова, А.К.Брюхова, М.Б.Голант, В.А.Кичаев, Т.Б.Реброва, Т.П.Тарасова. О возможности использования КВЧ когерентных излучений для выявления различий в состоянии живых клеток // В кн., Медико-биологические аспекты миллиметрового излучения. М., I987, с.90-98.
2. А.Т.Уинфри. Время по биологическим часам. М.: Мир, I990.

ВЛИЯНИЕ КВЧ-ОБЛУЧЕНИЯ НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МИКРООРГАНИЗМОВ

В.С.Исаева

г.Москва, 191021, ул. Россолимо 7, НПО "НМВ"

Реферат. В докладе обобщаются результаты многолетних исследований по влиянию КВЧ на жизнедеятельность микроорганизмов.

Для общих закономерностей в качестве объектов использовались организмы, имеющие различное токсономическое положение бактерии, актиномицеты, дрожжи и грибы - дрожжеподобные, микрофильные и плесневые. Изучался широкий круг свойств каждого организма, но особое внимание уделялось наиболее характерным именно для этого организма свойствам.

Облучение КВЧ клеток микроорганизмов при определенных параметрах облучения изменяло как признаки, характеризующие отдельные клетки (форму, размер), так и признаки, характеризующие культуру (внешний вид колоний, форму кривой роста), наблюдались также некоторые цитологические изменения.

С практической точки зрения наибольший интерес представляет действие КВЧ на производственно-ценные свойства микроорганизмов.

В докладе обобщаются результаты исследований нескольких научных коллективов, посвященных влиянию КВЧ-облучения в диапазоне волн 5,95-7,2 мм на жизнедеятельность микроорганизмов, имеющих различное токсономическое положение. В качестве объектов использовали бактерии, актиномицеты, дрожжи, дрожжеподобные, микрофильные и плесневые грибы. Использование такого широкого круга микроорганизмов позволило выявить некоторые общие закономерности воздействия на них КВЧ-облучения.

Показано, что КВЧ-облучение влияло практически на все стороны жизнедеятельности микроорганизмов - морфологию, культуральные, физиологические и физические свойства, а также могло существенно влиять на биохимический состав клеток, причем это влияние зависело от параметров и режимов КВЧ воздействия.

Что касается культуральных признаков, то под влиянием

облучения наблюдалось ослабление пигментации колоний (Staphylocorcus aureus шт. Фатеев, Aspergillus awamory - 466) уменьшение размера колоний (Staph. aureus), ослабление конидиеобразования (Asp. awamory - 466). Отмечено ускорение развития культур на первом этапе их культивирования (Asp. awamory - 466, пивоваренные дрожжи Saccharomyces carlsbergensis), а также изменение кривой роста, подробно изученное у пивоваренных дрожжей (сокращение продолжительности лаг-фазы, удлинение экспоненциальной фазы и сокращение стационарной фазы роста). Одной из характерных особенностей было увеличение накопления биомассы у Aspergillus oryzae шт. МГУ-продуцента протеолитических ферментов фибринолитического действия на 22%, у Bacillus firmus - на 20%, у спиртовых и пивоваренных дрожжей на 14 и 53% соответственно.

Изменение формы клеток под влиянием КВЧ-облучения характеризовалось удлинением клеток при практически неизменной ширине, что приводило к увеличению объемов клеток (у спиртовых и пивоваренных дрожжей). Под влиянием облучения было отмечено стимулирование образования дрожжевых клеток у дрожжеподобного гриба Endomyces fibuliger, имеющих хорошо развитый истинный мицелий, который в определенных условиях может распадаться на отдельные дрожжевые клетки. С точки зрения медицины определенный интерес представляет синтез некоторыми микроорганизмами протеолитических ферментов фибринолитического действия, способных растворять фибрин и тромбы, образующиеся в кровяном русле. Такие ферменты, в частности, синтезирует плесневый гриб Asp. oryzae шт. МГУ, некоторые микрофильные грибы, проактиномицеты р. Nocardia, бактерии Bac. firmus 44б, актиномицеты Streptomyces spheroides КВЧ-облучение этих организмов на определенных длинах волн в определенных режимах способствовало следующим изменениям:

- усилению активности биосинтеза фибринолитических ферментов у Asp. oryzae шт. МГУ - до 140%, у проактиномицетов - до 50%, у Bac. firmus 44б - до 30%, у Str. Spheroides до 78%;
- изменению отношения фибринолиза и казеинолиза - у Asp. oryzae шт. МГУ и Str. Spheroides при одних длинах волн соотно-

шение сдвигалось в сторону фибринолиза, при других длинах волн - в сторону казеинолиза;

- продлению периода активного синтеза фибринолитических ферментов (у Str. Spheroides).

Изменение соотношения образующихся ферментов одинаковой направленности действия под влиянием КВЧ-облучения было обнаружено и у двух продуцентов семилолитических ферментов - Asp. awamory 466 и Endomyces fibuliger, синтезирующих амилазу и глюкоамилазу. У пивоваренных дрожжей активность гидролиза мальтозы, сахарозы, глюкозы и фруктозы сдвигалась в сторону гидролиза мальтозы, что приводило к увеличению их бродильной активности на 30%. Острорезонансный характер воздействия КВЧ на физиологические свойства микроорганизмов был показан и на примере других свойств разных организмов - активность расщепления селикатной связи Bac. mucilaginosus, ряд производственно ценных свойств пивоваренных дрожжей - усиление флокуляционной способности, изменение потребности в витаминах, снижение синтеза нежелательных для вкуса пива продуктов метаболизма - диацетила и альдегидов, ускорение процессов сбраживания пива. Важная особенность КВЧ-облучения на клетки микроорганизмов состоит в том, что его воздействие более действенно, если биосинтетическая активность или жизнеспособность организма по тем или иным причинам снижена. При этом не имеет значение, происходило ли это снижение под воздействием естественных факторов (сезонных колебаний, возраста культуры, условий культивирования, условий хранения) или вызвано искусственно тем или иным способом.

Здесь же следует указать, что эта закономерность обнаружена у микроорганизмов различного токсономического положения (бактерий, плесневых грибов, дрожжей) и, по-видимому, является общей для микроорганизмов. С практической и теоретической точек зрения крайне важным является вопрос о сохранении свойств, приобретенных микроорганизмами под воздействием КВЧ.

Уже указывалось, что под влиянием КВЧ-облучения при некоторых длинах волн у микроорганизмов происходит усиление ферментативной активности. Это повышение ферментативной активности

сохранялось в процессе длительного хранения в течение 8 мес. у облученных культур Asp. oryzae шт. МГУ.

У культур End. fibuliger - повышение глюкоамилазной и α-амилазной активности сохранялись не менее года. В обоих случаях в процессе длительного хранения и у облученных и у необлученных культур происходило некоторое снижение активности этих ферментов. Но у облученных культур это снижение происходило в меньшей степени. Так, у End. fibuliger активность α-амилазы снижалась через 12 месяцев хранения на 27% у облученной культуры, на 45% - у необлученной.

Возможность сохранения свойств, приобретенных под влиянием КВЧ-облучения, рядом поколений была показана на примере пивоваренных дрожжей. В течение не менее 100 поколений сохранялись свойства, приобретенные при КВЧ-облучении (усиление бродильной активности и флокуляционной способности, увеличение количества гликогена в клетках, ослабление синтеза диацетила и альдегидов). Пользуясь вышесказанным, были проведены эксперименты с микроорганизмами, синтезирующими антибиотик олеандомицин. Возможность синтеза олеандомицина у актиномицетов была получена с помощью генной инженерии. В процессе хранения микроорганизмы частично теряли это свойство. Это приводило к большим потерям при производстве ценного лекарства. Активность, утраченная за время хранения, восстанавливается до своего исходного значения (повышается на 30%) с помощью воздействия КВЧ в определенных режимах.

Таким образом, обобщая результаты исследований по влиянию КВЧ-облучения на микроорганизмы, можно сделать следующие общие выводы:

- облучение КВЧ влияет на широкий круг свойств микроорганизмов (морфологические, культуральные, физиологические);
- влияние КВЧ-облучения носит острорезонансный характер - для каждого организма и каждого его свойства имеется индивидуальная длина волны, на которой воздействие КВЧ особенно максимально;
- воздействие КВЧ-облучения тем более действенно, чем более была снижена жизнедеятельность организма;

– свойства, приобретенные под воздействием КВЧ-облучения, могут сохраняться длительное время и передаваться следующим поколениям.

Литература

I. М.Б.Голант, А.К.Брюхова, Е.А.Двадцатова, Н.С.Ландау, Т.Б.Реброва, Г.М.Охохонина "Возможность регулирования жизнедеятельности микроорганизмов при воздействии на них электромагнитных колебаний миллиметрового диапазона" сб. "Эффекты нетеплового воздействия миллиметрового излучения на биологические объекты", М., I983, с.II5-I22.
2. М.Б.Голант, А.К.Брюхова, Т.Б.Реброва "Некоторые закономерности действия электромагнитных излучений миллиметрового диапазона на микроорганизмы" Сб. "Применение миллиметрового излучения низкой интенсивности в биологии и медицине", М., I985, с.I57-I6I.
3. А.К.Брюхова, Л.И.Буяк, Н.А.Зиновьева, В.С.Исаева, Н.С.Ландау, Н.Н.Раттель "Некоторые особенности действия электромагнитных излучений миллиметрового диапазона (ЭМИ) на микроорганизмы" Сб. "Медико-биологические аспекты миллиметрового излучения" под ред. акад. Н.Д.Девяткова. М., I987, с.98-I03.
4. А.К.Брюхова, В.С.Исаева, Н.Н.Раттель "Влияние электромагнитного излучения миллиметрового диапазона (ЭМИ) на пивоваренные дрожжи" Сб. "Медико-биологические аспекты миллиметрового излучения" под ред. акад. Н.Д.Девяткова. М., I987, с.II0-II5.

ВЛИЯНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ КВЧ-ДИАПАЗОНА НЕТЕПЛОВОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ НА НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ МИКРООРГАНИЗМОВ

В.С.Андреев, Т.А.Печорина
ВНИИ особо чистых биопрепаратов,
Ленинград, 197110, ул.Пудожская 7.

Реферат. В работе рассматриваются воздействия переменных полей крайне высокочастотного диапазона (КВЧ-ЭМИ) нетепловой интенсивности на микробные клетки. Приведены результаты, полученные при изучении некоторых морфологических, био- и электрофизических характеристик микроорганизмов на модели *Escherichia coli* штамм М-17. При этом показана возможность наследования приобретенных под воздействием КВЧ-ЭМИ свойств микробными клетками на протяжении нескольких циклов культивирования.

Введение. В последнее время в связи с показанной возможностью использования в медицинской практике при лечении различных видов заболеваний излучения крайне высокочастотного диапазона (КВЧ-ЭМИ)/ 1,2,3 / все большее внимание уделяется исследованию простейших биологических объектов, в частности, микробных клеток. Особый интерес представляет изучение слабых воздействий электромагнитного излучения с энергией на 1-2 порядка меньше тепловых, соответствующих комнатным температурам. Показано влияние КВЧ-ЭМИ на морфологические, био- и электрофизические характеристики микробных клеток / 4 /, причем, наблюдаемые эффекты воздействия зачастую носят выраженный резонансный характер / 4,5 /. Обнаружено, что КВЧ-ЭМИ не только изменяет некоторые свойства микробных клеток, подвергаемых облучению, но и то, что приобретенные качества характерны и для клеток нескольких последующих циклов культивирования, т.е. клеток, выращенных из облученных КВЧ-ЭМИ.

Наибольшее внимание в данной работе уделено исследованию способности микроорганизмов "помнить" воздействие КВЧ-ЭМИ в последующих после облучения генерациях, поиску наиболее эффективных методов изучения механизма воздействия излучения на микро-

бные клетки. Для исследования следствий воздействия КВЧ-ЭМИ на микроорганизмы применяли в комплексе несколько методов, производя параллельный контроль и сопоставление результатов экспериментальных работ, но представлены только методики, имеющие большую статистику данных.

Результаты и обсуждения. Влияние КВЧ-ЭМИ с частотой f = 48,35 ГГц (λ =6,2мм) на жизнеспособность микробных клеток E.coli М-I7, контролируемых непосредственно после облучения, не имеет существенного значения. Колонеобразующая способность клеток E.coli М-I7 стационарной фазы роста после облучения находится на уровне контроля. Данные для других режимов обработки суспензии клеток E.coli М-I7 КВЧ-ЭМИ, отличающихся частотой излучения, т.е. f =42,22 ГГц (λ =7,Iмм), f =53,53 ГГц (λ =5,6мм) и f =49,55 ГГц (λ =6,02мм) с большей вероятностью свидетельствует о стимулировании жизнеспособности микробных клеток (стимулирование в 65% опытов). Есть предпосылки предполагать (единичные опыты), что большего эффекта стимулирования жизнеспособности можно достичь применяя обработку микробных клеток на экспоненциальной фазе роста при культивировании.

Опыты по выявлению последствий воздействия КВЧ-ЭМИ на последующие поколения клеток E.coli М-I7 показали следующее. Для частоты облучения f =48,35 ГГц (λ =6,2мм) при посеве в жидкую питательную среду параллельно несколько колб (культивирование в колбах на качалке) обнаружено, что первый цикл культивирования после обработки по урожаю клеток в стационарной фазе роста находится на уровне контроля или лишь немного превышает контроль. Для второго цикла культивирования клеток так же как и для первого концентрация клеток стационарной фазы роста - на уровне контроля. Но в случаях, когда наблюдается слабое увеличение концентрации клеток в стационарной фазе при первом после облучения цикле культивирования, второй - дает значительное увеличение урожая микробных клеток. Таким образом, если наблюдалось стимулирование роста клеток при посеве обработанных КВЧ-ЭМИ в жидкую

среду, это стимулирующее действие сохранялось для клеток последующих циклов культивирования и усиливалось по крайней мере для второго и третьего циклов.

Изучение влияния КВЧ-ЭМИ на частотах f=48,35 ГГц и f = =42,22 ГГц на устойчивость микробных клеток E.coli M-I7 к термошоку показало, что выживаемость обработанных излучением клеток стационарной фазы роста в 60% опытов превосходит контроль в I,2÷I,4 раза. Значительного увеличения стимулирующего действия КВЧ-ЭМИ на устойчивость к термошоку для клеток E.coli M-I7 последующих циклов культивирования обнаружено не было, но она сохраняется на уровне обработанных клеток, т.е. приобретенная под воздействием облучения устойчивость к термошоку наследуется , по крайней мере , для двух последующих циклов культивирования.

При анализе экспериментальных данных по определению устойчивости микробных клеток E.coli M-I7 стационарной фазы роста после обработки КВЧ-ЭМИ с частотами f=48,35 ГГц и f=42,22ГГц к дегидратации, устойчивость возрастает после обработки излучением в среднем в I,2 раза. Что касается последующих культивирований клеток после облучения, то устойчивость к дегидратации наследуется на 2-3 цикла (для большего числа циклов культивирования не достаточно экспериментальных данных) и имеет место увеличение устойчивости к дегидратации по сравнению с контролем в 3-4 раза для 2-го и 3-его циклов культивирования клеток E.coli M-I7, выращенных из облученных КВЧ-ЭМИ.

Анализ результатов изучения морфологических изменений показал, что воздействие КВЧ-ЭМИ на микробные клетки E.coli M-I7 стационарной фазы роста на 0,I4 M растворе NaCI вызывает усиление морфологических признаков переживания клетками слабого стресса, полученного ими от переноса в 0,I4M раствор NaCI. КВЧ-ЭМИ является слабым стрессом, действие которого имеет свои особенности. После облучения в клеточной популяции наблюдается: а)отсутствие интактных клеток;б)увеличение переходных форм клеток; в)усиление ультраструктурных изменений, связанных с ранее полученным слабым стрессом. Наиболее значительный эффект при воздействии КВЧ-ЭМИ наблюдали на частотах f =48,35 ГГц (λ=6,2мм) и f =42,22 ГГц (λ =7.Iмм)

Исследование отдаленных последствий воздействия КВЧ-ЭМИ на клетки E.coli M-I7, т.е. изучение морфологических изменений клеток последующих после обработки циклов культивирования, не обнаружило у клеток признаков стресса. Таким образом, физраствор, вызывающий слабый стресс нативных клеток, не является даже слабой стрессовой средой для клеток, выращенных из обработанных КВЧ-ЭМИ в 0,I4M NaCI как для первого, так и для последующих циклов культивирования клеток E.coli M-I7 (см.рис.I).

Изучение изменений поверхностного заряда биомассы клеток E.coli M-I7 стационарной фазы роста в процессе обезвоживания (зарядная характеристика сушки) и влияние КВЧ-ЭМИ на этот заряд дали следующие результаты. Обнаружено, что исходная биомасса клеток, полученная осаждением последних из суспензии центрифугированием, не имеет стабильного по знаку и величине заряда. Наиболее характерные виды зависимостей величин заряда от содержания влаги в биомассе клеток E.coli M-I7 приведены на рис. 2 (кривые I,3,5). "Отклик" на воздействие КВЧ-ЭМИ выражается инверсией исходного заряда биомассы микробных клеток (см.рис.2, кривые 2,4,6). Способность клеток E.coli M-I7 реагировать на КВЧ-ЭМИ зависит от их исходного состояния. Если реакцию клеток на обработку излучением оценивать по инверсии зарядной характеристики сущки, то выдержанные в 0,I4M растворе NaCI клетки E.coli M-I7 в течение 24 часов при комнатной температуре, почти не реагируют на КВЧ-ЭМИ. То, что клетки последующих циклов культивирования, выращенных из обработанных КВЧ-ЭМИ имеют зарядные характеристики отличные от контрольных (параллельный пересев исходных клеток E.coI M-I7) позволяет сделать вывод о возможности наследованияя клетками признаков, приобретенных вследствии воздействия КВЧ-ЭМИ. Кроме того, воздействие излучения с энергией 30 мВт не имеет никакой аналогии с тепловым воздействием. Это наглядно подтверждают и зарядные характеристики, определенные для прогретых при двух различных температурах клеток E.coli M-I7.

Представленные экспериментальные исследования имеют, несомненно, ограниченный объем данных, ввиду необходимости применения весьма различных методик изучения биологических, электрофизических, морфологических свойств микробных клеток из-за отсут-

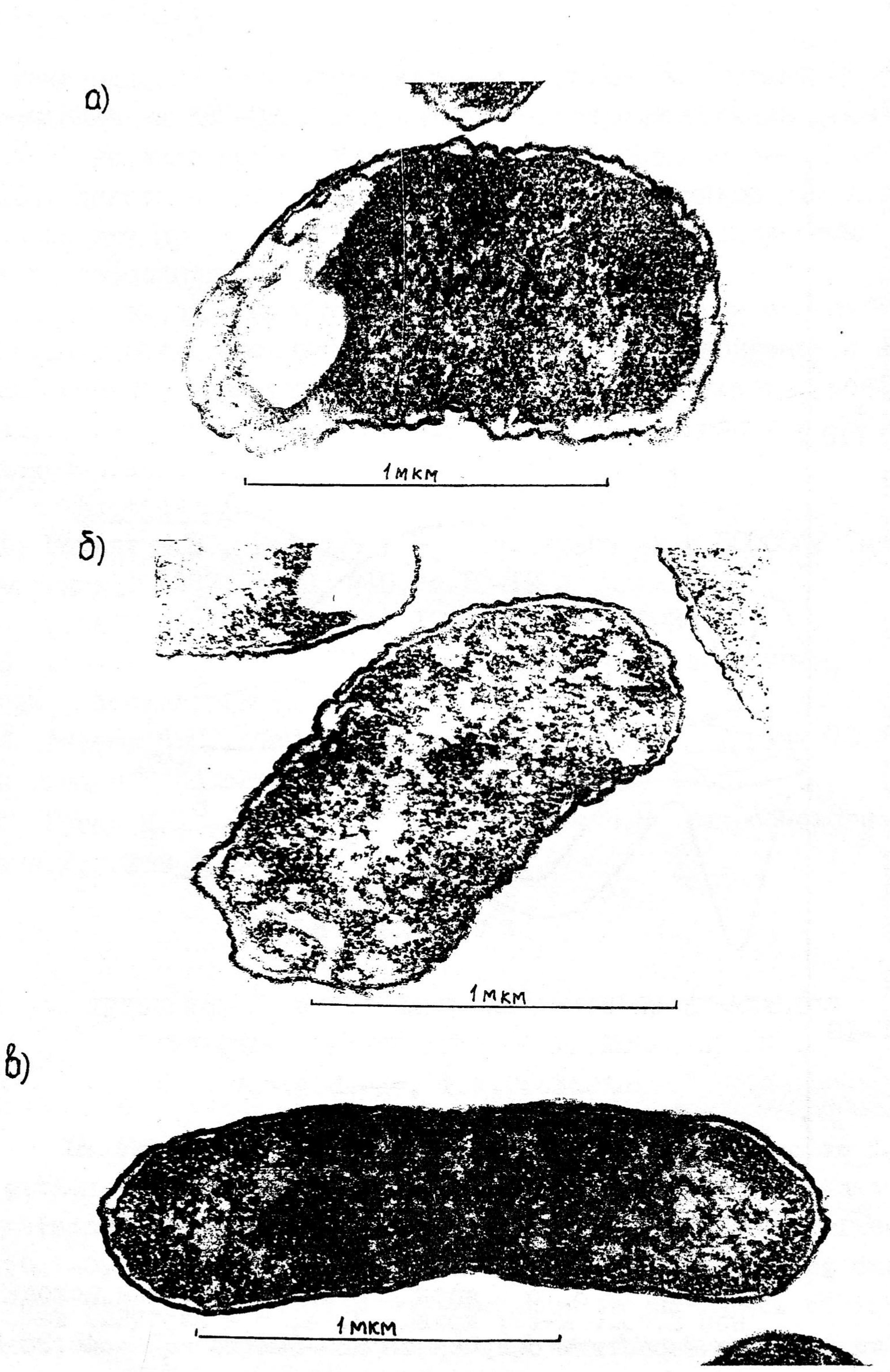


Рис. I Снижение чувствительности к 0,I4 М раствору NaCI у клеток культуры E.coli M-I7, выращенной из посевного материала, подвергавшегося электромагнитной обработке в растворе NaCI такой же концентрации
а) клетка после электромагнитной обработки в 0,I4 М растворе NaCI, б) I-я генерация клеток в 0,I4 М растворе NaCl
в) II-я генерация клеток в 0,I4 М растворе NaCI

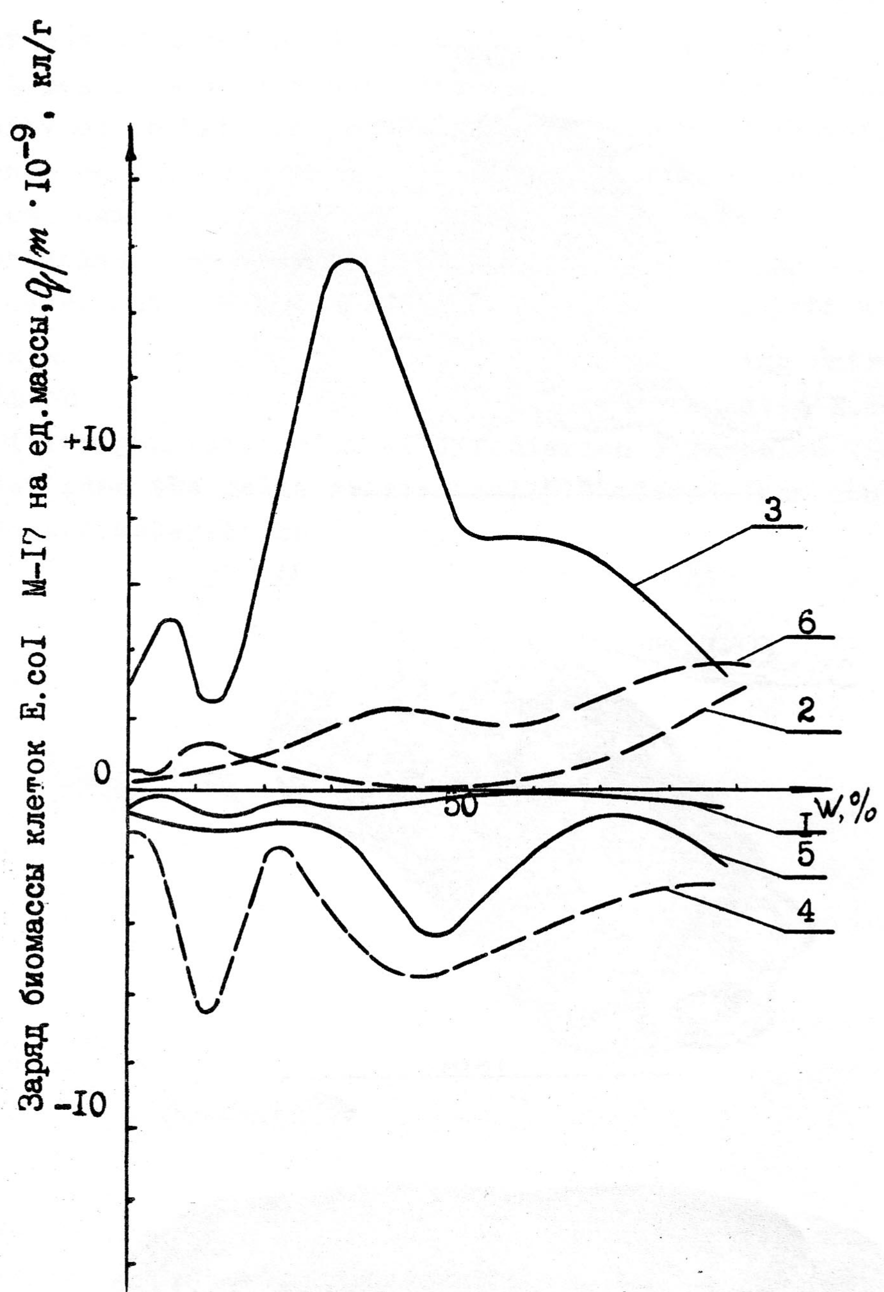


Рис. 2 Реакция клеток E.coli M-I7 на воздействие КВЧ-ЭМИ

Кривые I, 3, 5 - зарядные характеристики исходной E.coli M-I7; кривые 2, 4, 6 - зарядные характеристики облученной КВЧ-ЭМИ на f = 48,35 ГГц

ствия однозначного представления о механизме "отклика" микроорганизмов на КВЧ-ЭМИ. Приведенные экспериментальные данные, конечно, не дают полной картины следствий воздействия излучения КВЧ- диапазона нетепловой интенсивности на микробные клетки, но позволяют правильно оценить состоятельность применяемых методов в исследованиях следствий воздействия КВЧ-ЭМИ на микроорганизмы, сделать вывод о необходимости обратить внимание именно на электрофизические методы исследований, наглядно показать и оценить следствия воздействия излученя на микробные клетки, констатировать возможность наследования признаков воздействия КВЧ-ЭМИ микроорганизмами.

Литература.

I. Голант М.Б., Реброва Т.Б. Изв. вузов МВ и ССОССР Радиоэлектроника, I987, т.29, №I0, с.I0-I9.

2. Голант М.Б. Биофизика, I989, №2, с.339-347.

3. Девятков Н.Д. в сб. Миллиметровые волны в медицине и биологии , Москва, I989, с.5-I0,I0-I5.

4. Андеев В.С., Печорина Т.А., Реброва Т.Б., Брюхова А.К. в сб. докладов Вроцлавского симпозиума по ЭМС, I990.

5. Гусев М.В., Тамбиев А.Х., Кирикова Н.Н. Микробиология т.59, вып.2,с.359-360.

A B S T R A C T

INFLUENCE OF SHORT-WAVE RADIATION OF THERMALLES INTENSITY ON HEROSITY OF MICROORGANISMS

V.S.Andreev, T.A.Pechorina

In this work special attention have been given to investigation aimed at study of microbial cell properties that were attained under low-intencive short-wave radiation influence (0.1-0.01 W). Escherichia coli (culture M-17) being one of the most studied microorganisms was used as an object of investigations. The power of about 30 mW was dispersed into culture during 50-60 minutes.

It was obtained that short-wave radiation had a protective effect on E.coli M-17 cells as regards some stresses with inherting this attained quality at least during several following

generations of irradiated cells. The study methods thus applied made it possible to evaluate short-wave radiation influence on intensity of methabolism as well as to determine irradiation influence on some biochemical and energy parameters of microorganisms namely surface charge. Also some possible changes in microorganism morphology under short-wave radiation influence were investigated with the aim of methods of electron microscopy.

Experimental results thus obtained with using untreated, irradiated and cultivared on the base of irradiated E.coli M-17 cells (two generations after irradiation) revealed that in the last case the cells substantially differed from control ones by many characterictics.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ РЕЗЕРВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОРГАНИЗМА

Балибалова Е.Н., Ильина Т.С., Исаева В.С., Реброва Т.Б.
Раттель Н.Н.

НПО "Исток", г. Фрязино, 141120

Реферат. Определение резервных возможностей организма - один из ключевых вопросов КВЧ-терапии.

С увеличением интенсивности активации можно перейти предел внутренних резервов, что ведет к ухудшению жизнеспособности организма, поскольку естественные резервы живого организма ограничены.

В докладе показана зависимость активизации внутренних резервов микроорганизмов в зависимости от изменения режимов внешнего КВЧ-излучения.

Воздействие когерентного КВЧ-излучения является информационным и сводится к мобилизации резервных возможностей самого организма [1] При этих воздействиях сколько нибудь заметных количеств энергии или вещества в организм не вводится и не выводится. КВЧ-излучение также повышает сопротивляемость организма по отношению к внешним репрессирующим факторам [2] .

Когда резервные возможности исчерпаны, мобилизующее действие уже не способно дать положительный эффект; оно может даже ускорить гибель, форсируя жизнедеятельность в условиях отсутствия необходимых для этого средств внутри организма [2] .

Одной из задач настоящей работы было выявление пределов, до которых можно стимулировать жизнедеятельность микроорганизмов с помощью изменения времени КВЧ-воздействия.

Эксперимент проводился следующим образом. Культуру пивоваренных дрожжей облучали КВЧ на разных длинах волн, увеличивая время облучения от 30 минут до 2-х часов на каждой длине волны. После этого культуру помещали в раствор сахарозы (70 %), которая создавала в растворе повышенное осматическое давление, что в свою очередь, приводило к подавлению жизнеспособности клеток. Эффект предо-

твращения репрессии определялся в одних экспериментах по количеству оставшихся в живых клеток, в других по количеству мертвых клеток.

На рис. I представлен график зависимости биологического эффекта от времени непрерывного облучения для разных длин волн. Для всех исследованных длин волн кривые зависимости процента, снятия репрессии от времени облучения имеют один и тот же вид: процент снятия репрессии возрастает при увеличении времени облучения до определенной величины. Это время принято за оптимальное. Дальнейшее увеличение времени облучения приводит к снижению эффекта воздействия КВЧ.

Полученные результаты можно объяснить тем, что воздействие в течение более длительного, чем оптимальное, времени приводит и перерасходованию резервного потенциала организма, т.е. к перестимуляции.

Вторая задача, которая решалась в данной работе - возможность выявления резервного потенциала микроорганизмов за счет подбора режимов облучения.

При больших дозах репрессирующего вещества микроорганизмы теряют способность к восстановлению своей жизнеспособности и погибают. КВЧ-воздействие в непрерывном режиме позволяет восстановить в определенных пределах репрессированную жизнедеятельность [3].

В качестве репрессирующего вещества использовали лаурилсульфат натрия (Лс Na). Лс Na в очень низких концентрациях (0,025 %) оказывает угнетающее воздействие на жизнедеятельность пивоваренных дрожжей (Sac. carlsb.), а в концентрациях 0,15 % и 0,2 % практически полностью подавляет их активность. Результаты по предварительному облучению дрожжевых клеток с целью предотвращения снижения жизнеспособности пивоваренных дрожжей, подавленной воздействием Лс Na , представлены в таблице I.

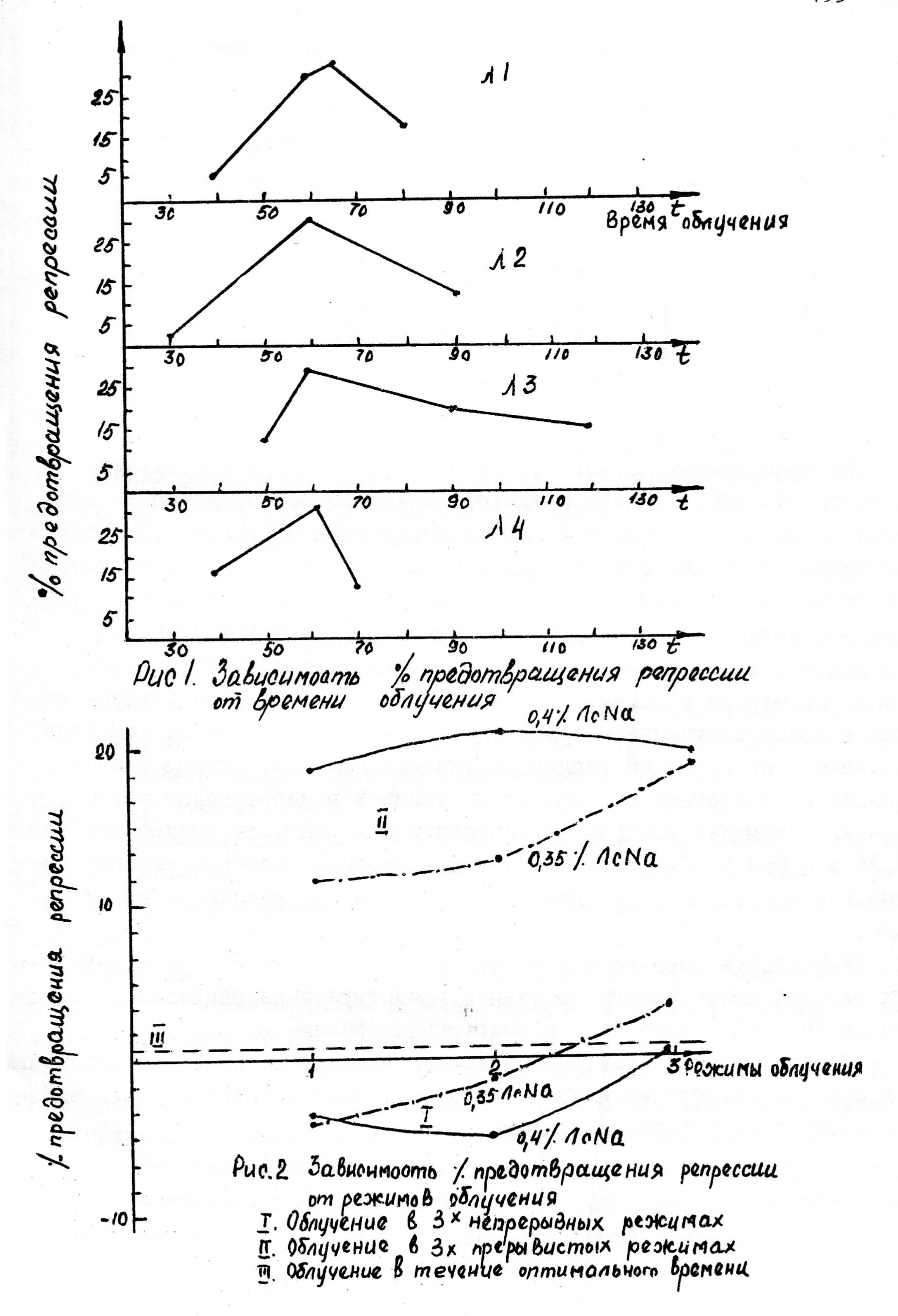


Рис 1. Зависимость % предотвращения репрессии от времени облучения

Рис.2 Зависимость % предотвращения репрессии от режимов облучения

I. Облучение в 3х непрерывных режимах

II. Облучение в 3х прерывистых режимах

III. Облучение в течение оптимального времени

Таблица I.

Концентрация ПАВ, %	Содержание мертвых клеток, %		% предотвращения
	необлученные клетки	облученные клетки	
0,025	2,4	0	100 %
0,05	25,4	15	40,0
0,2	74,3	58,8	20,9

Из приведенных результатов видно, что по мере увеличения концентрации $AcNa$, процент предотвращения его репрессирующего действия уменьшается до 20,9 %, при концентрации $AcNa$ - 0,2%. Только при минимальной концентрации $AcNa$ - 0,025 % предотвращение репрессирующего действия составляет - 100 %. Внешнее облучение в непрерывном режиме при концентрациях больше 0,2 % неэффективно.

Для исследования возможности повышения эффективности КВЧ-облучения, проверено 5 режимов прерывистого облучения, при которых менялись время облучения и время пауз. Для сравнения тv же кvльтvрv облучали в непрерывном режиме, в течение времени, равном общему времени соответствующего дробного режима и в непрерывном режиме, в течении оптимального времени. Концентрация реагента выбиралась так (0,35 % и 0,4 % $AcNa$), чтобы в непрерывном режиме в течении оптимального времени облучения предотвращения репрессии не происходило.

Результаты экспериментов представлены на рис.2. При определенных режимах прерывистого облучения предотвращение репрессии в среднем на 15 - 20 % выше, чем в непрерывном режиме.

Таким образом, проведенные исследования показали, что с помощью подбора режима облучения появляется возможность более полного выявления скрытого резерва организма.

Литература.

I. Н.Д.Девятков, М.Б. Голант, Т.Б.Реброва "Различие в подходе и устранению обратимых и необратимых функциональных нарушений организма с помощью когерентных излучений миллиметрового диапазона волн (физические аспекты проблемы). сб. "Миллиметровые волны в медицине и биологии" под ред. акад. Н.Д.Девяткова, М. 1989 г., I06-II5.

2. Девятков Н.Д., Голант М.Б., Реброва Т.Б., "Радиоэлектроника и медицина" - "Радиоэлектроника", т.25, 1982 г., № 9, с 3-8.

3. А.К.Брюхова, Л.И.Буян, Н.А.Зиновьева, В.С.Исаева, Н.С.Ландау, Н.Н.Раттель. "Некоторые особенности действия электромагнитных излучений миллиметрового диапазона (ЭМИ) на микроорганизмы". сб. "Медико-биологические аспекты миллиметрового излучения" под ред.акад. Н.Д.Девяткова, М. 1987, с.96-I03.

THE ASSESSMENT OF RESERVE ORGANISM POSSIBILITIES FOR DEVELOPING EHF-THERAPY METHODOLOGY

Balybalova E.N., Ilyina T.S., Isayeva V.S., Rebrova T.B., Rattele N.N.

RPC "Istok", Fryazino, 141120, Moscow region, USSR

The assessment of reserve organism possibilities is one of the key aspects o EHF-therapy.It is shown, that EHF-influence being an informational influence, stimulates natural organism reserves which are limited in any living organism.

The problem was analysed using brewer's yeast suppression. The suppression of their activity was performed on the basis of use of surface-active substance, LcNa or saccharose solution of various concentrations. Depending on the suppressing substance concentration various degrees of suppression, i.e. proportioned changes of ineer microorganism reserves were achieved. For recovering the suppresed activity EHF EM-irradiation of brewer's yeast culture was used.

The report describes the dependence of inner microorganism reserve activation on the modes of external EHF-radiation. It was shown, that the activation rise not always brings positive results.

ДЕЙСТВИЕ КВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ НА ФОТОСИНТЕЗИРУЮЩИЕ МИКРООРГАНИЗМЫ

А. Х. Тамбиев, Н. Н. Кирикова,
Московский государственный университет, Биологический ф-т,
Москва, 119899-ГСП, Ленинские горы.

Реферат. КВЧ-излучение вызывает значительные изменения фотосинтетической активности клеток микроводорослей, что сопровождается повышенным синтезом хлорофилла и интенсификацией экскреции в среду ряда полезных соединений (углеводов, рибофлавина). Полученные данные могут найти применение в фотобиотехнологии.

Введение. С момента первых публикаций по хорошо выраженному влиянию КВЧ-излучения на фотосинтезирующие организмы (1,2,3) прошло несколько лет, на протяжении которых были изучены различные стороны выявленного эффекта (4,5). Так, после отработки методик облучения на плотных и жидких средах были исследованы временные зависимости при облучении фотосинтетиков (цианобактерий, микроводорослей, всего 6 видов), резонансный эффект, частотные и мощностные зависимости, влияние кратности облучения, объема и возраста инокулята и др. Действие КВЧ-излучения проверяли также на аксеничных эксплантатах и суспензиях клеток макрофитных водорослей. Наиболее интересные результаты были получены на промышленно важных (пищевых, кормовых объектах): Spirulina platensis (прокариот) и Platymonas viridis (эукариот).

Был отработан физиологический критерий стимулирующего действия КВЧ-излучения на растительные объекты (2), заключающийся в измерении реакционной способности (окислительной, антиокислительной активности) культуральной жидкости, содержащей экзометаболиты (6), что коррелировало с приростом биомассы, содержанием белка и фотосинтетической активностью клеток.

Для расшифровки механизмов действия КВЧ-излучения на микроводоросли важны полученные нами результаты по экскреции ионов, а именно активация транспорта натрия под действием облучения.

Впервые в наших исследованиях была применена комбинация непрерывного излучения миллиметрового диапазона и импульсного

излучения сантиметрового диапазона, была показана ее эффективность по стимуляции роста цианобактерий и микроводорослей по сравнению с отдельно взятыми составляющими ее видами излучений (7), при этом также наблюдали резонансный эффект.

КВЧ-излучение, как выяснилось, сдвигает часовую и суточную ритмику реакционной способности выделяемых экзометаболитов P. viridis в сторону ускорения прохождения лаг-фазы, наступления делений и завершения периода адаптации водорослей после пересева (8).

Имеются сообщения об активирующем воздействии КВЧ-излучения на другие растительные объекты: водоросли нителла (9), а также сельскохозяйственные растения (10).

Результаты и обсуждение. Фотосинтезирующие организмы представляют особый интерес, как объекты биотехнологических разработок. Нами обнаружен выраженный эффект интенсификации фотосинтетических процессов в облученных клетках микроводорослей, сопровождающийся повышенным синтезом хлорофилла, а также выявлены основные закономерности взаимодействия фотосинтетиков с КВЧ-излучением.

Так как в нашей работе были показаны частотные и мощностные зависимости стимулирующего эффекта КВЧ-излучения, представляло интерес изучение фотосинтетической активности клеток микроводорослей после облучения при различных длинах волн. Эту работу проводили с культурой синезеленой водоросли спирулина. Определение фотосинтетической и дыхательной активности необлученной и облученной культуры спирулины полярографическим методом, а также количества хлорофилла проводили через 10, 20 и 30 суток (табл. 1). Количество хлорофилла в облученных культурах спирулины уже на 10 суток превышало его количество в необлученной культуре. К 30 суткам это различие увеличивалось и составляло в необлученной культуре 9,72 мкг/мл, а в облученных культурах в зависимости от длины волны 16,75 мкг/мл и 15,91 мкг/мл. Фотосинтетическая активность культур спирулины достигала максимума на 20 сутки роста и в облученных культурах в 2 раза превышала фотосинтетическую активность необлученных культур.

Соотношение фотосинтетической и дыхательной активности сдвигалось у облученных культур в сторону более благоприятного для клеток процесса - фотосинтеза. В стационарной фазе роста культуры спирулины наблюдали некоторое снижение фотосинтети-

ческой активности у облученных культур, так как их биомасса в этот период превышала биомассу необлученных культур.

Табл. 1.

Влияние КВЧ-излучения на фотосинтетическую и дыхательную активность клеток спирулины.

Возраст культуры, сутки	Хлорофилл, мкг/мл	Выделение O_2 мкмоль·мг$^{-1}$хл-л ·час$^{-1}$	Поглощение O_2 мкмоль·мг$^{-1}$хл-л ·час$^{-1}$
	1,23± 0,1	38,4± 19,4	7,3± 1,3
10	2,0 ± 0,36	40,9± 19,5	5,8± 1,2
	1,7 ± 0,34	57,0± 21,2	7,7± 1,1
	4,35± 1,6	42,0± 12,7	10,4± 10,5
20	6,3 ± 1,5	72,8± 20,6	10,9± 10,0
	6,5 ± 1,4	81,6± 25,7	10,1± 9,6
	9,72± 2,0	48,4± 15,3	12,5± 9,4
30	16,8± 1,5	54,0± 18,3	9,8± 6,4
	15,9± 2,3	34,7± 12,3	9,4± 5,3

Примечание: 1 строка - контроль, 2 строка - опыт (λ= 7,89мм), 3 строка - опыт (λ= 6,66 мм). Облучение проводили в течение 30 мин. при Р = 2,2 мВт/см^2.

Интенсификация метаболических процессов у микроводорослей под действием облучения вызывает накопление в культуральной среде биологически активных и полезных соединений: витаминов, гормонов, углеводов. Экскрецию внеклеточных соединений микроводорослями определяли при различных длинах волн и разной плотности падающей мощности. Так, количество выделившегося рибофлавина в необлученной культуре S. platensis составляло в стационарной фазе развития 20,5 мкг/г сухой биомассы, в культуре, облученной при λ= 7,89 мм и λ= 6,66 мм были равны соответственно: 25,6 мкг/г и 30,7 мкг/г сухой биомассы. У зеленой одноклеточной водоросли P. viridis разница в синтезе и экскреции рибофлавина проявлялась, начиная с 10 суток роста. На 20 сутки роста синтез рибофлавина в облученной культуре шел в 2 раза интенсивнее, чем в необлученной. Его количество в культу-

ральной среде составляло соответственно 7,5 и 4,0 мкг/л при следующих параметрах облучения: λ= 8,34 мм, Р = 1,8 мВт/см^2, время облучения 60 мин.

У синезеленой водоросли S. platensis воздействие КВЧ-излучения вызывало более интенсивную экскрецию углеводов в культуральную среду. Так, в необлученной культуре количество внеклеточных углеводов составляло 619,0 мг/г сухой биомассы, а в культуре, облученной при λ= 7,89 мм и λ= 6,66 мм при плотности падающей мощности, равной 2,2 мВт/см^2, было определено соответственно: 960,0 мг/г сухой биомассы и 827,2 мг/г сухой биомассы.

Таким образом, выявленный нами стимулирующий эффект КВЧ-излучения, сопровождающийся значительным увеличением биомассы микроводорослей, интенсификацией фотосинтетических процессов, накоплением в культуральной среде различных биологически активных соединений может иметь коммерческое использование и занять определенную нишу в маркетинге микроводорослей.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Tambiev A.H., Gusev M.V., Kirikova N.N., Beckiy O.V., Gulaev U.V. 1986. Abstr. Trade Exhibition, Microbe-86, XIV Int. Cong. of Microbiology, England. P.300.

2. Тамбиев А.Х., Кирикова Н.Н., Лапшин О.М., Яковлева М.Н., Мантрова Г.М. 1987. Медико-биологические аспекты миллиметрового излучения. М., ИРЭ АН СССР, С. 121-125.

3. Tambiev A.H., Kirikova N.N., Lapshin O.M., Gusev M.V. 1988. Abstract book, 8th Int. biotechnology symp., Paris. P. 259.

4. Тамбиев А.Х., Кирикова Н.Н., Лапшин О.М., Смирнов Н.А., Гусев М.В. 1990. Вестн. Моск. ун-та. Сер. Биол.. N 1. С. 32-36.

5. Тамбиев А.Х., Кирикова Н.Н., Лапшин О.М., Гусев М.В. 1990. Вестн. Моск. ун-та. Сер. Биол. N 2. С. 42-47.

6. Тамбиев А.Х. 1984. Реакционная способность экзометаболитов растений. М., изд-во МГУ. 72 с.

7. Тамбиев А.Х., Кирикова Н.Н., Лапшин О.М., Бецкий О.В., Новскова Т.А., Нечаев В.М., Петров И.Ю. 1989. Миллиметровые волны в медицине и биологии. М., ИРЭ АН СССР. С. 183-188.

8. Тамбиев А.Х., Лапшин О.М. 1991. Тезисы докл. и сообщений

межд. конф. " Фотосинтез и фотобиотехнология". Пущино, С. II2.

9. Петров И.Ю., Бецкий О.В., 1989. ДАН СССР. Т. 305. N 2. С. 474-476.

10. Шестопалова Н.Г., Баева Т.И., Беркова И.Н, Л.В. Винокурова Л.В., Головина Л.Н., Корниенко В.К., Матюшенко А.А., Мирошниченко В.С., Толстоплет Е.В., Шовкопляс С.В. 1989. Применение КВЧ-излучения низкой интенсивности в биологии и медицине. М., ИРЭ АН СССР. С.86.

IRRADIATION OF VERY HIGH FREQUENCES (VHF) AND INTENSITY OF MICROALGAE PHOTOSYNTHESIS

A.H. Tambiev, N.N. Kirikova.
Faculty of Biology Moscow State University.

We for the first time showed the perspectiveness of usage of photosynthetic organisms, namely microalgae as objects of for the study of influence of millimetre (VHF) and santimetre electromagnetic iradiation.

We showed the stimulation of biomass increment and changes of physiological characteristics of irradiated industrially-important microalgae *Spirulina platensis* (procaryote) and *Platymonas viridis* (eucaryote). Intensity of photosynthesis may serve as one of criterium of physiological activity of irradiated cultures.

VHF- irradiation stimulated the formation of photosynthetic pigments in the cells of irradiated microalgae, that coincide with increase of oxygen evolution registrated by polarograf.

VHF- irradiation increased also the excretion of useful compounds by microalgae.

Study of processes of photosynthesis and respiration during microalgae growth showed, that VHF- irradiationshifts interconnection of that two processes to the most optimal for cells photosynthesis.

Effects of intensification of photosynthetic processes, discovered by us, can serve as one of the mechanism of stimulative influence of VHF- irradiation. Practical application of that [nfluence on photosynthetic organisms is very perspective for development of biotechnology.

СТИМУЛЯЦИЯ ПРОЦЕССОВ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РАСТЕНИЯХ МИКРОВОЛНОВЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

И.Ю. Петров, Э.В. Морозова, Т.В. Моисеева

Научно-внедренческое предприятие "Плант" Института радиотехники и электроники Академии наук СССР,
141120, г. Фрязино Московской области, пл. Б.А. Введенского 1

Реферат. В данной статье представлены данные о влиянии микроволнового излучения на работу систем мембранного транспорта растительной клетки, показывающие возможность использовать микроволны как экологически безвредный фактор, стимулирующий ферментативную активность растений, а также данные, показывающие возможность использования микроволновой обработки семян и всходов с целью повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

Введение. В настоящее время вопрос о экологической чистоте продукции растеневодства а также влияние на окружающую среду сельскохозяйственных технологий приобретают первостепенное значение. В отличии от химических методов воздействия электромагнитное излучение поглощаясь в обрабатываемом растении оказывает непосредственное воздействие на различные процессы жизнедеятельности растения вследствии чего не происходит внесения в растительный объект или в окружающую среду каках-либо веществ, наличие которых может быть экологически вредным.

При изучении влияния микроволн на работу систем мембранного транспорта растительной клетки было обнаружено, что микроволны индуцируют изменения мембранных потенциалов растительной клетки ($\Delta\Psi m$) начальное направление которых противоположно направлению изменений $\Delta\Psi m$, возникающих при традиционных методах нагрева. В обнаруженном эффекте внимание было привлечено также и тем фактом, что форма переходных характеристик изменений $\Delta\Psi m$ индуцированных микроволнами была близка с изменениями $\Delta\Psi m$, возникающими при активировании АТР-синтетаз растительной клетки фотосинтетически активным излучением [1]. Исследования влияния

факторов, влияющих на функциональную активность АТР-синтетаз, показали практически полную аналогию их влияния на изменения $\Delta\psi m$, запускаемые как ФАИ так и ММИ [2-4]. На основании этих наблюдений было сделано предположение, что ММИ-запускаемые изменения $\Delta\psi m$ обусловлены активированием АТР-синтетаз растительной клетки.

Рассматривая микроволны как фактор, вероятно оказывающий стимуляцию ферментативной активности растительной клетки, можно было ожидать что применение микроволновой обработки растительных объетков будет приводить и к положительным физиологическим эффектам.

Целью данной работы являлось исследование возможности применения микроволновой обработки для повышения всхожести семян, ускорения развития рассады и повышения продуктивности сельскохозяйственных растений.

Результаты и обсуждение. Используя стандартные методы оценки жизнеспособности семян и всходов растений, нами было изучено как в лабораторных условиях как и в условиях теплиц влияние различных режимов микроволновой обработки семян и всходов на всхожесть семян, скорость развития рассады и продуктивность ряда овощных культур, культивироваемых в Москве и Московской области. Исследования показали, что практически для любой культуры могут быть подобраны режимы микроволновой обработки, приводящие к положительным физиологическим эффектам. Так в отдельных опытах по изучению влияния микроволновой обработки семян нами было зафиксировано:

- повышение всхожести семян салата на 13 %, огурцов на 14 %, укропа на 35 %, томатов на 38 %, по сравнению с контролем;
- повышение начальной скорости роста всходов из обработанных семян томатов на 35 % по сравнению с контролем;
- повышению веса зеленой массы салата, выращенного из обработанных семян на 36-41 % по сравнению с контролем
- повышению веса зеленой массы укропа выращенного из обработанных семян на 43 % по сравнению с контролем.

Необходимо заметить, что растения, выращенные из обработанных семян не несли на себе признаков морфологоческих отклонений от нормы.

Важно заметить, что эффект влияния микроволн зависит от параметров режима микроволновой обработки семян, которые в свою очередь имеют индивидуальные характеристики для конкретного вида семян и зависят от геометрического размера семян, влажности и целого ряда других как физиологических, так и радиофизических характеристик семян.

Несмотря на обнаруженные положительные эффекты влияния микроволн на развитие растений, мы считаем что требуется ряд дополнительных значительных усилий для внедрения в сельское хозяйство методов повышения урожайности за счет применения микроволн.

ЛИТЕРАТУРА

1. I. Yu. Petrov, O. V. Betsky, "Izmenenie potentsialov plazmaticheskikh membran kletok lista zelenogo rasteniya pri elektromagnitnom millimetrovom obluchenii", Doklady Akademii Nauk USSR, V. 305, No 2, pp. 474-476.

2. I. Yu. Petrov, "Membrane potential changes in a plant cell induced by low intensity mm microwave", IEEE EMC-90 Symp. Record, pp. 562-566, Washington USA, Aug. 21-23, 1990.

3. I. Yu. Petrov, "Specific effect of low intensity mm microwave radiation on the functioning of membrane transport systems in the plant cell", Abstracts of the 23 General Assembly of URSI, p. 35, Prague, Czechoslovakia, Aug. 28- Sept. 5, 1990.

4. I. Yu. Petrov, O. V. Betsky, "Activation of the ATP-synthetase complexes in a plant cell induced by low intensity microwaves", Proc. Int. Symp. on EMC, Nagoya, Japan, Sept. 8-10, 1989.

STIMULATION OF VITAL PROCESSES IN PLANTS WITH MICROWAVE RADIATION

Igor Yu. Petrov, Elvira V. Morozova, Tatyana V. Moiseeva

Research and Inculcation Enterprise "Plant" of the Institute of Radioengineering and Electronics of the USSR Academy of Sciences, sq. B. A. Vvedenskogo 1, Fryazino, Moscow region 141120 USSR.

Problems of plant products ecological purity of agricultural technologies on the environment have become of first-order importance. Unlike the chemical methods electromagnetic radiation being absorbed in the treated plant affects various vital processes in it directly, therefore no substance that can be considered ecologically dangerous is merged in the plant or environment.

It was found that microwave radiation induce the plant cell membrane potential difference change ($\Delta\psi m$), the initial deviation being the opposite to that of the traditional, heating induced $\Delta\psi m$ changeand and was supposed that microwave radiation induced $\Delta\psi m$ changes are caused by ATP-synthetase activation.

One can expect that microwave treatment of plant objects will lead to positive physiological changes. In study of microwave radiation seed treatment we was registered that: the sprouting rate increase was 38% for tomato seeds comparing the control group; the increase of the seedlings initial growth rate by 35% for treated tomato seeds (comparing the control group); increase of salad green mass weight (grown from treated seeds) by 36-41% comparing the control group.

It should be noted that the plants, grown from treated seeds had no signs of morphologic abnormalities. It is important that microwave radiation effect depends on seeds microwave radiation treatment regime parameters, that are individual for a certain specie, and depend on seed dimensions, humidity and some other physiological and radiophysical seed properties.

Алфавитный указатель авторов

С О Д Е Р Ж А Н И Е

ЧАСТЬ 2. МИЛЛИМЕТРОВЫЕ ВОЛНЫ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЕ

Р а з д е л П

PART 2. MILLIMETER WAVES IN EXPERIMENTAL MEDICINE

S e c t i o n II

Сборник докладов международного симпозиума печатается по оригиналам авторов

МИЛЛИМЕТРОВЫЕ ВОЛНЫ НЕТЕПЛОВОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ В МЕДИЦИНЕ

Часть 2. МИЛЛИМЕТРОВЫЕ ВОЛНЫ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЕ

Ответственный за выпуск к.б.н. С.А.Ильина

Технический редактор М.А.Гайдук

Подписано в печать 12.09.1991 г.
Формат 60x84/8. Объем 37,34 усл.п.л. Тираж 1000 экз.
Ротапринт ИРЭ АН СССР. Зак.206. Цена 4 р.